

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

**ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА имени А. Н. БЕКЕТОВА**

Е. Е. Поморцева

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗ ГЕОДАННЫХ
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

**ХАРЬКОВ
ХНУГХ им. А. Н. Бекетова
2016**

УДК [910.27:004](075)

ББК 26.1я73+73я73

П55

Автор

Поморцева Елена Евгеньевна, канд. техн. наук, доц.

Рецензенты:

А. А. Янцевич, д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры математических методов в экономике ХНУ им. В. Н. Каразина;

А. Г. Колгатин, д-р пед. наук, профессор кафедры информатики ХНПУ им. Г. С. Сковороды

*Рекомендовано к печати на заседании
Ученого совета ХНУГХ им. А. Н. Бекетова,
протокол № 9 от 25 марта 2016 г.*

Поморцева Е. Е.

П55 Проектирование баз геоданных. Лабораторный практикум: учеб.
пособие / Е. Е. Поморцева; Харьков. нац. ун-т гор. хоз-ва
им. А. Н. Бекетова. – Харьков : ХНУГХ им. А. Н. Бекетова, 2016. –
157 с.

Материал пособия изложен на примере задач геоинформационного направления, которые решаются с помощью программных продуктов ArcMap и ArcCatalog от компании ESRI, что позволяет существенно автоматизировать работу пользователей баз геоданных. Изложенный материал направлен на овладение инструментальными средствами, которые позволяют разрабатывать базы геоданных с помощью Case-средств. Достигнутый уровень компетентности позволит эффективно использовать возможности используемого программного обеспечения при решении задач в профессиональной деятельности для студентов направления подготовки «Геодезия, картография и землеустройство», создаст основу для самостоятельного освоения новых программных продуктов в данной области.

УДК [910.27:004](075)

ББК 26.1я73+73я73

© Е. Е. Поморцева, 2016

© ХНУГХ им. А. Н. Бекетова, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1 ОРГАНИЗАЦИЯ ДАННЫХ В ARCCATALOG	8
Теоретические сведения.....	8
Ход работы	10
Контрольные вопросы.....	18
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 СОЗДАНИЕ ПОДТИПОВ И АТТРИБУТИВНЫХ ДОМЕНОВ.	19
Теоретические сведения.....	19
Ход работы	20
Контрольные вопросы.....	30
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 ПОСТРОЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СЕТИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОШЕНИЙ МЕЖДУ ОБЪЕКТАМИ.	30
Теоретические сведения.....	30
Ход работы	31
Задания для самостоятельного выполнения.....	44
Контрольные вопросы.....	44
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 СОЗДАНИЕ СЛОЕВ ДАННЫХ В БАЗЕ ГЕОДАННЫХ. СОЗДАНИЕ ТОПОЛОГИИ	44
Теоретические сведения.....	45
Ход работы	46
Контрольные вопросы.....	56
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 ЗАГРУЗКА ДАННЫХ ПОКРЫТИЯ В ТОПОЛОГИЮ БАЗЫ ГЕОДАННЫХ.....	56
Теоретические сведения.....	56
Ход работы	57
Задания для самостоятельного выполнения.....	68
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6 УСТАНОВКА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ В БАЗЕ ГЕОДАННЫХ	69
Теоретические сведения.....	69
Ход работы	71
Задания для самостоятельного выполнения.....	75

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7 СОЗДАНИЕ НАБОРА КЛАССОВ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ	77
Теоретические сведения.....	77
Ход работы	77
Контрольные вопросы.....	87
Задания для самостоятельного выполнения.....	87
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8 УПРАВЛЕНИЕ СВЯЗНОСТЬЮ В СЕТЯХ.....	87
Теоретические сведения.....	88
Ход работы	88
Задания для самостоятельного выполнения.....	102
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9 СОЗДАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЯЗЕЙ.....	102
Теоретические сведения.....	102
Ход работы	103
Задания для самостоятельного выполнения.....	122
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10 СОЗДАНИЕ АННОТАЦИЙ И ИЗМЕРЕНИЙ	122
Теоретические сведения.....	122
Ход работы	123
Задания для самостоятельного выполнения.....	131
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11 СОЗДАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ И ШТРИХОВОК.....	131
Теоретические сведения.....	132
Ход работы	132
Задания для самостоятельного выполнения.....	149
ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ. СОЗДАНИЕ ГЕОПРАСТРАНСТВЕННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ И ТОПОЛОГИИ	150
Общие требования к оформлению	151
Варианты заданий.....	152
Контрольные вопросы.....	156
РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ	157

ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие подготовлено в соответствии с программой учебной дисциплины по выбору «Проектирование баз геоданных», которая имеет профессиональное значение при подготовке бакалавров по направлению «Геодезия, картография и землеустройство».

Лабораторный практикум состоит из следующих работ:

- Организация данных в ArcCatalog.
- Создание подтипов и атрибутивных доменов.
- Построение геометрической сети и определение отношений между объектами.
- Создание слоев данных в базе геоданных. Создание топологии.
- Загрузка данных покрытия в топологию базы геоданных.
- Создание набора классов пространственных объектов.
- Управление связностью в сетях.
- Создание и использование связей.
- Создание аннотаций и измерений.
- Создание динамической сегментации и штриховок.

В данном учебном пособии рассмотрены основные теоретические понятия и термины, которые помогают овладеть основными принципами проектирования и создания баз геоданных с помощью таких Case-средств как ArcMap и ArcCatalog.

Каждая лабораторная работа предполагает предварительную подготовку к ней. Перед выполнением задания необходимо сначала изучить теоретический материал и только после этого приступать к выполнению работы. Для более интенсивного усвоения изложенного материала в конце каждой лабораторной работы приведены задания для самостоятельного выполнения и контрольные вопросы.

Профессиональные компетентности, которые формируются в ходе изучения учебной дисциплины «Проектирование баз геоданных».

В процессе обучения студенты получают необходимые знания во время лекционных занятий, закрепляют и углубляют их, приобретая при этом практические навыки и умения при выполнении лабораторных работ. Особое значение имеет индивидуальная работа студентов, при выполнении которой они самостоятельно разрабатывают проект пространственной ба-

зы геоданных в среде ArcMap, решая задачу по управлению муниципальными процессами. Во время работы над проектом студенты приобретают навыки работы с научно-технической литературой, учатся самостоятельно принимать решения и делать выводы. В результате изучения материала учебного пособия у студентов должны сформироваться следующие компетентности.

Проектные, связанные с использованием основных принципов построения реляционных баз геоданных, анализа атрибутивной информации, разработки и создания баз геоданных (БГД) для решения прикладных геоинформационных задач.

Аналитические, связанные с использованием прикладных пакетов для анализа предметной области в указанные сроки с помощью персональных компьютеров, с применением полученных знаний для анализа, самостоятельного выбора и освоения новых программных продуктов.

Управленческие, связанные с применением средств сочетания различных прикладных пакетов для комплексной обработки геоинформационных данных, и созданием сопроводительной документации.

Принципы, заложенные в основу построения учебного пособия.

В данном пособии используются принципы системности и практической направленности с использованием современного программного обеспечения от ведущих разработчиков в области геоинформационных технологий.

Принцип практической направленности предусматривает фундаментальную научную подготовку и активное практическое обучение студентов. Учебное пособие способствует формированию навыков и умений с использованием практической формы обучения.

В работе рассматриваются англоязычные версии ArcMap и ArcCatalog, поэтому названия элементов управления, меню, команды и соответствующие им диалоговые окна приводятся на английском языке.

В пособии практическое обучение реализовано на базе метода активной рефлексии. Применение этого метода предполагает изучение и осмысленное повторения студентами операций, которые необходимы для достижения поставленной цели.

Во время изложения материала дается краткое описание теоретических основ, анализ способов применения полученных знаний и подробно рассматривается процесс создания базы геоданных средствами ArcMap и

ArcCatalog. Благодаря этому студенты учатся самостоятельно создавать свои собственные БГД, используя материалы пособия.

Важно то, что в практической части пособия рассматриваются задания, которые имеют практическое значение при подготовке студентов по специальности. Формирование навыков может осуществляться как под руководством преподавателя в аудитории, так и дома путем самостоятельного создания индивидуальных проектов БГД с использованием рассматриваемой методики.

При выборе материала учитывались ограничения, которые накладывает на учебный процесс, количество отведенных кредитов и часов на изучение дисциплины. В пособие включен необходимый набор тем, без которых невозможна осмысленная и эффективная работа в процессе разработки и последующей работы с пространственными базами геоданных.

В ходе изложения материала используются **навигационные подсказки** в виде значков, которые помогут сориентироваться в структуре учебного пособия:

полужирное начертание – термины программ ArcMap и ArcCatalog;

курсивное полужирное начертание – названия, которые студент вводит самостоятельно.

ПРИМЕЧАНИЕ – пояснение, с помощью которого можно решить поставленную задачу.

Для определения уровня освоения материала каждого подраздела, предлагаются контрольные вопросы. Параллельно с выполнением лабораторных работ, каждый студент должен работать над индивидуальным заданием согласно своего варианта.

Освоенный в полном объеме материал данного учебного пособия поможет развить способность к дальнейшему обучению, самостоятельному развитию и овладению Case-средствами для решения задач связанных с проектированием, разработкой и работой в пространственных базах геоданных.

Учебное пособие апробировано во время проведения лабораторных работ по дисциплине «Проектирование баз геоданных» студентам Харьковского национального университета городского хозяйства имени А. Н. Бекетова.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ОРГАНИЗАЦИЯ ДАННЫХ В ARCCATALOG

Цель: выработать умения и навыки работы с базами геоданных и их объектами, такими как классы, покрытия и справочные таблицы.

Назначение: выполнив работу, вы научитесь подключать готовые базы геоданных. Импортировать в них данные, изучать и анализировать эти данные.

Ключевые слова

База геоданных, система управления базой данных, покрытие, класс пространственного объекта, импорт данных, подключение данных, псевдоним.

Теоретические сведения

База геоданных (БГД) – это стандартная среда хранения и управления данными в ArcGIS, которая может быть установлена на настольных компьютерах, серверах (включая Web) или мобильных устройствах.

В ArcGIS представлен новый подход к хранению и представлению географических данных – объектно-ориентированная модель данных, которая называется базой геоданных. С помощью этой модели пользователь может создавать объекты с новыми качествами и, тем самым, как бы моделировать объекты реального мира.

Модель данных базы геоданных сближает физическую и логическую модели данных. Объекты данных в базе геоданных представляют собой практически те же объекты, которые заданы в логической модели данных, например, владельцев, строения, земельные участки и дороги.

В ArcGIS база геоданных – это набор географических наборов данных различных типов, хранящихся в общей папке файловой системы – базе данных Microsoft Access или многопользовательской реляционной базе данных (такой как Oracle, Microsoft SQL Server, PostgreSQL, Informix или IBM DB2). Базы данных могут быть как небольшие по объему хранимой информации и предназначаться для небольшого количества пользователей, основанные на файлах, так и большие по масштабности – групповые, отраслевые (областные) и корпоративные базы геоданных с многопользовательским доступом.

Покрытие – это геореляционная модель данных, хранящая векторные данные. Оно содержит как пространственную привязку (местоположение), так и атрибутивные (описательные) данные для географических

объектов. Покрытия используют набор классов пространственных объектов для представления географических объектов. Каждый класс пространственных объектов хранит набор точек, линий (дуг), полигонов или аннотаций (текста). Покрытия обладают топологией, которая определяет отношения между объектами.

Покрытие хранится в виде каталога, в котором каждый класс пространственных объектов хранится в виде набора файлов. Например, в ArcCatalog покрытие отображается со значками, как показано ниже. В этом примере покрытие ручьев является линейным покрытием, содержащим файл дуг (линий), аннотацию для линии и файл меток (рис. 1.1).

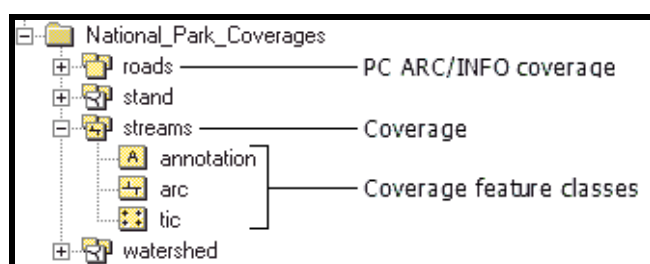


Рисунок 1.1 – Пример покрытия в ArcCatalog

Часто для определения пространственных объектов в покрытии требуется более одного **класса объектов**. Например, в покрытии, представляющем пространственные объекты полигонов, существуют классы, как линий, так и полигонов. Объекты полигонов также имеют точки подписей, которые отображаются как отдельный класс пространственных объектов. У каждого покрытия есть класс пространственных объектов, содержащий точки меток, которые представляют известные реальные координаты. Эти точки помогают определить экстенд покрытия; они не представляют никакие фактические точки данных в покрытии. На рисунке 1.2 показаны общие классы пространственных объектов в покрытии. Другие классы пространственных объектов покрытия: секция, маршрут, регион и связь.

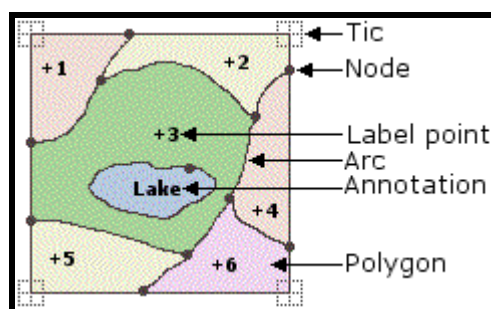


Рисунок 1.2 – Классы объектов покрытия

Ход работы

Прежде чем начать работать с данными, нужно их найти и упорядочить. Это можно сделать с помощью программного обеспечения **ArcCatalog**.

Подключение к данным

В **ArcCatalog** доступ к данным осуществляется через подключение к папкам. Открыв подключение к папке, вы можете быстро просмотреть содержащиеся в ней подкаталоги и источники данных. Для организации данных необходимо создать для них папки подключений. Для этого необходимо выполнить следующее.

- Запустите **ArcCatalog** двойным щелчком по ярлыку на Рабочем столе или вызвав его из меню программ.
- Щелкните по кнопке **Connect to Folder** (Подключить папку) для открытия соответствующего окна (рис. 1.3). В появившемся окне укажите месторасположение папки **BuildingaGeodatabase**. Щелкните **OK** для подключения к папке.

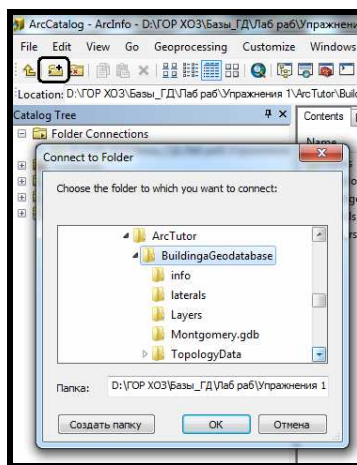


Рисунок 1.3 – Вид окна подключения данных в ArcCatalog

Теперь новое подключение к папке **C:\...\ArcTutor\ BuildingaGeodatabase** отобразилось в дереве каталога со всеми доступными упражнениями.

Просмотр данных

Прежде чем редактировать базу геоданных, необходимо ознакомиться с наборами данных, которые используются в упражнениях. Для этого необходимо развернуть ветвь только что подключенной папки, щелкнув на знак «+» перед названием папки **C:\...\ArcTutor\ BuildingaGeodatabase**

для просмотра содержащихся в ней наборов данных. Откройте вкладку **Preview** (Предварительный просмотр) и выберите покрытие **Laterals**, чтобы увидеть его пространственные данные (рис. 1.4).

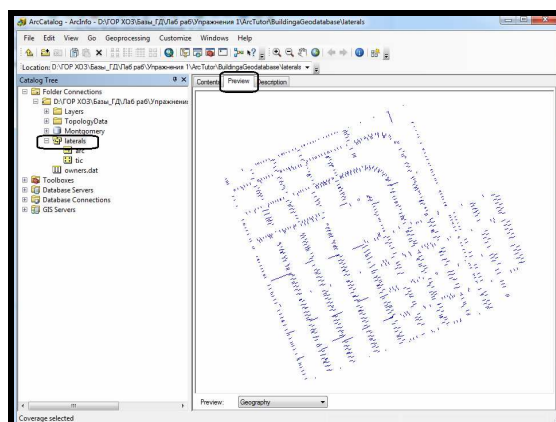


Рисунок 1.4 – Просмотр данных в ArcCatalog

Изучение данных базы геоданных

- Разверните ветвь базы геоданных **Montgomery**, для этого щелкните по знаку «+» перед названием базы геоданных и тем самым раскройте ее содержимое. Двойной щелчок мыши по каждому набору классов объектов, дает возможность увидеть входящие в него классы пространственных объектов и классы отношений. Активизируйте каждый класс пространственных объектов для просмотра его геометрии щелчком левой кнопки мыши (ЛКМ).
- Активизируйте таблицу **owners.dat** щелчком ЛКМ. Обратите внимание на то, как окно просмотра данных автоматически изменится для отображения записей таблицы. Эта таблица содержит сведения о владельцах земельных участков, которые хранятся в классе пространственных объектов **Parcels** (Участки) базы геоданных (рис. 1.5).

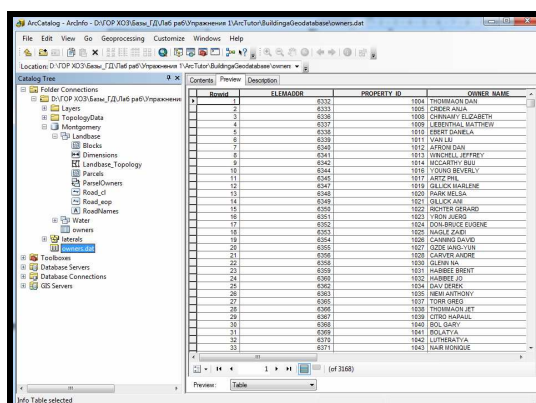


Рисунок 1.5 – Информация о владельцах земельных участков

Теперь, когда данные в ArcCatalog подключены, можно перейти к решению задачи импортирования данных в базу геоданных.

Импорт данных в базу геоданных

Прежде чем начать определять поведение объектов в ваших данных, необходимо получить их в формате базы геоданных. В ходе выполнения упражнения Вы импортируете два набора данных в базу геоданных **Montgomery** – покрытие **Laterals** и таблицу **owner.dat**. Покрытие **Laterals** содержит отводы системы водоснабжения для набора классов **Water**, а таблица **owner.dat** – сведения о владельцах земельных участков, которые уже присутствуют в базе геоданных **Montgomery**.

Импорт покрытия

- В **ArcCatalog** правой кнопкой мышки (ПКМ) щелкните на наборе классов объектов **Water** (Вода) в базе геоданных **Montgomery**. В выпадающем меню выберите **Import/Feature Class (multiple)** (рис. 1.6).

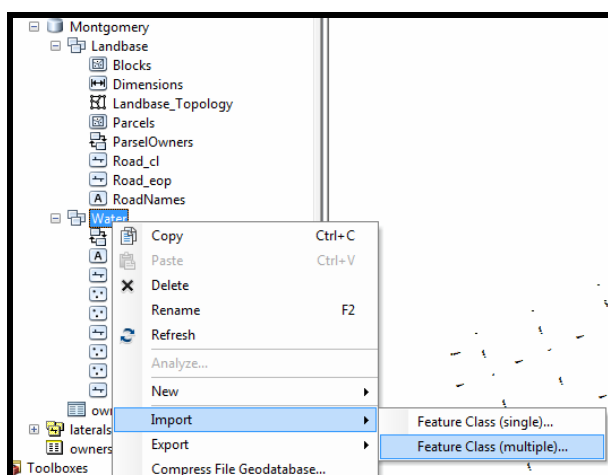


Рисунок 1.6 – Импорт класса пространственных объектов

Вы будете использовать инструмент **Import / Feature Class** (Импорт Класа объектов) пространственных объектов для импорта дуг из покрытия **Laterals** в набор классов объектов **Water**. Для запуска этого инструмента на персональном компьютере должен быть установлен скриптовый язык программирования Python, в случае его отсутствия, воспользуйтесь инструментом **Импорт Класа объектов (единичных)**, который не требует установки этого языка программирования.

Этот инструмент используется для указания входного покрытия, входного класса и выходного класса объектов. Поскольку инструмент от-

крывался из контекстного меню набора классов объектов, соответствующие поля с именем выходного набора классов объектов (**Water**) и базы геоданных (**Montgomery**) уже заполнены.

Существует несколько способов для указания входных и выходных данных в этом диалоговом окне. Непосредственное перемещение с помощью ЛКМ наборов данных из дерева **ArcCatalog** или из вкладки **Contents** (Содержимое) в текстовые поля появившегося диалогового окна. Также можно нажать кнопку **Browse** (Обзор) рядом с текстовым полем имени файла для выбора набора данных или набрать полный путь и имя набора данных с клавиатуры.

- С помощью кнопки **Обзор**, найдите класс объектов **Arc** (Дуги) в покрытии **Laterals** и нажмите кнопку **Add** (BuildingaGeodatabase/laterals/arc) (рис. 1.7).

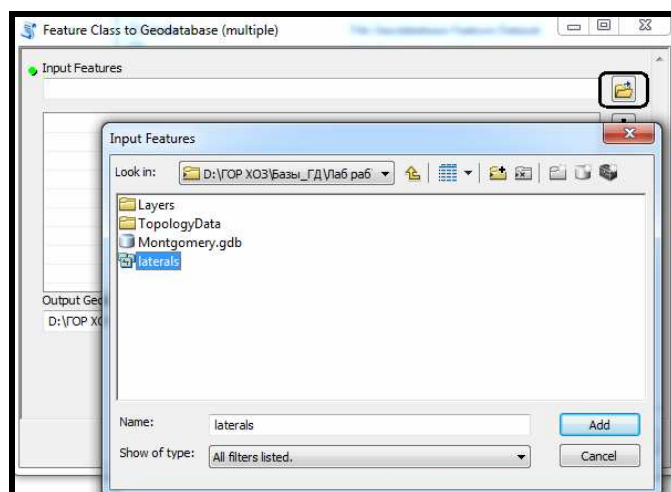


Рисунок 1.7 – Вид окна импорта класса дуг из покрытия **Laterals**

- В окне **Feature Class to Geodatabase** нажмите кнопку **OK**. После этого должен появиться индикатор процесса импорта данных. После завершения операции он исчезнет. Это означает, что все объекты успешно импортированы. То есть класс объектов **laterals/arc** импортирован в набор классов объектов **Water**.
- В окне индикации процесса импорта данных нажмите кнопку **Close** (Заккрыть).
- В дереве **ArcCatalog** найдите и выберите класс пространственных объектов **laterals_arc** и переименуйте в **Laterals** (рис. 1.8).

ПРИМЕЧАНИЕ. Перевести объект в режим переименования можно с помощью клавиши **F2** на клавиатуре или двух медленных щелчков ЛКМ.

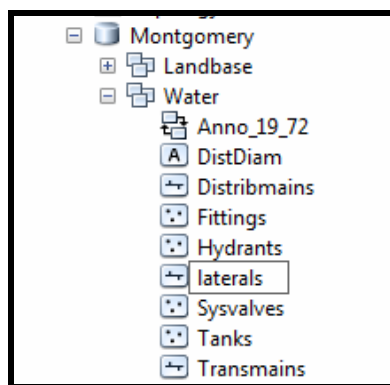


Рисунок 1.8 – Переименованные классы пространственных объектов

- Перейдите на вкладку **Preview** (Предварительный просмотр) в **ArcCatalog**, чтобы увидеть пространственные объекты.

Имена классов пространственных объектов и таблиц в базе геоданных выполняют те же функции, что и имена физических лиц в системе управления реляционными базами данных (СУБД). Довольно часто имена таблиц и их полей в СУБД некорректно воспринимаются из-за ограничений на использование символов и длину имен, и приходится создавать специальный словарь данных для описания того, что же именно хранится в каждой таблице и в каждом поле.

База геоданных позволяет присваивать полям таблиц, самим таблицам и классам пространственных объектов альтернативные имена – псевдонимы для обращения к элементам базы данных. В отличие от настоящих имен объектов базы данных, на псевдонимы не действуют ограничения СУБД по использованию специальных символов, например, таких как пробелы. В **ArcMap** вместо настоящих имен полей, таблиц и классов пространственных объектов автоматически используются их псевдонимы. Но в **ArcCatalog** элементы данных всегда представляются их настоящими именами.

Для создания псевдонимов к новому классу пространственных объектов и его атрибутам необходимо выполнить следующие действия.

- ПКМ щелкните на классе объектов **Laterals** и выберите в выпадающем меню пункт **Properties** (Свойства).
- В появившемся окне перейдите на вкладку **General** (Общие).
- В качестве псевдонима класса пространственных объектов (Alias) введите **Отводы** (рис. 1.9).

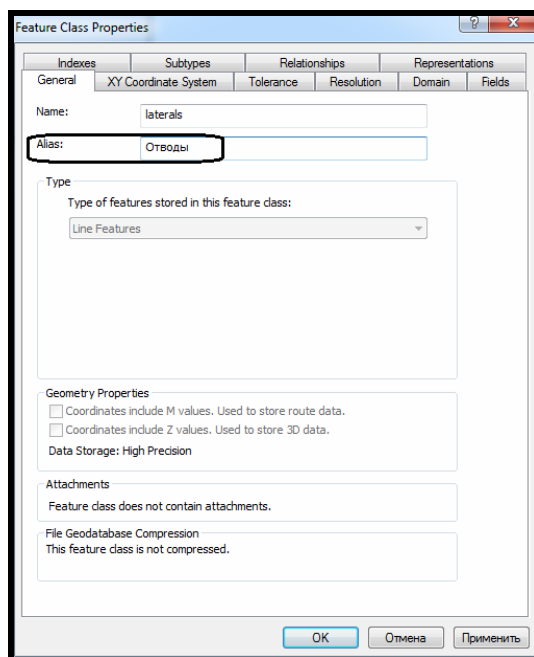


Рисунок 1.9 – Создание псевдонима для класса пространственного объекта

- Перейдите на вкладку **Fields** (Поля). Для поля таблицы OBJECTID введите псевдоним *Идентификатор объекта* (рис. 1.10).

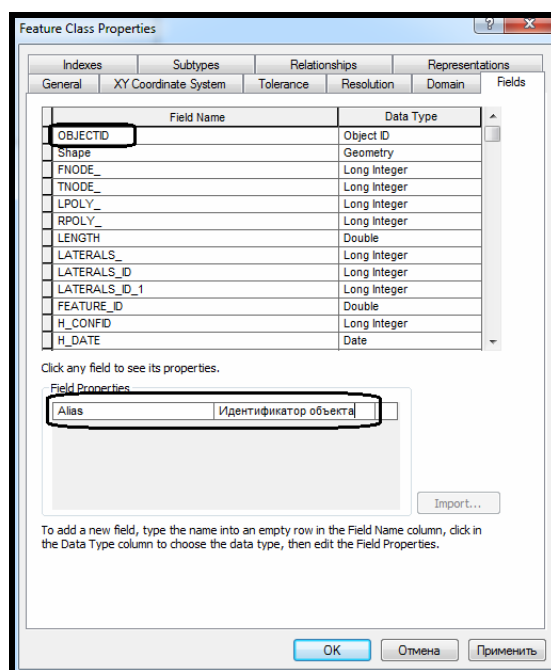


Рисунок 1.10 – Создание псевдонимов для полей

- По аналогии создайте псевдонимы для всех полей, перечисленных ниже (табл. 1.1). Закройте окно **Properties** (Свойства) и сохраните свои данные, нажав на кнопку **OK**.

Таблица 1.1 – Имена псевдонимов для полей класса объектов

Поля	Псевдонимы
Shape	Геометрия
DEPTH_BURI	Глубина бурения
RECORDED_L	Зарегистрированная глубина
FACILITY_I	Идентификатор площадки
DATE_INSTA	Дата установки
TYPECODE	Код подтипа

В результате выполнения всех вышеописанных шагов, вы импортировали класс объектов покрытия **Laterals** в базу геоданных и назначили ему псевдонимы. После этого можно импортировать таблицу с данными о владельцах земельных участков **owner.dat**.

Импорт таблицы сведений

Таблица **owner.dat** содержит сведения о владельцах земельных участков для класса пространственных объектов **Parcels** (Участки), который уже имеется в базе геоданных **Montgomery**. Чтобы связать информацию о владельцах с пространственными объектами (земельными участками), необходимо импортировать эту таблицу в базу геоданных. Для импорта таблицы **owner.dat** в базу геоданных используется команда **Import Table** (Импорт таблицы). Для этого необходимо выполнить следующие действия.

- ПКМ щелкните на базе геоданных **Montgomery** и выберите пункт **Import/Table (multiple)** (рис. 1.11).

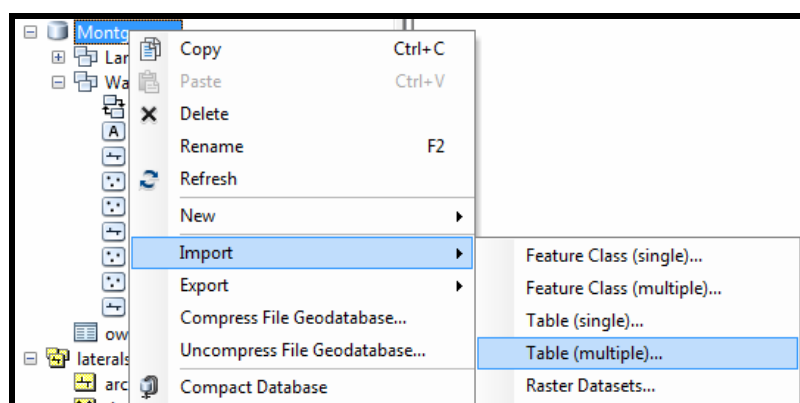


Рисунок 1.11 – Импорт таблицы в базу геоданных

- С помощью ЛКМ перетащите таблицу **owners.dat** из дерева ArcCatalog в строку **Input Table** (Входная таблица) (рис. 1.12).

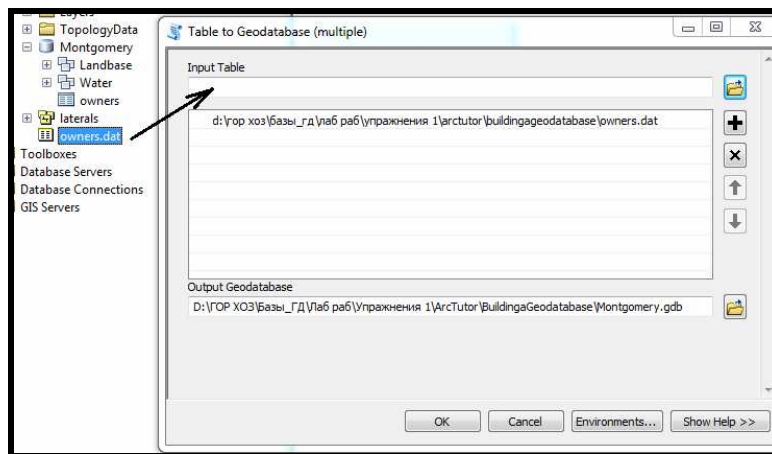


Рисунок 1.12 – Окно импорта таблицы в базу геоданных

- Нажмите **ОК**. Появится индикатор выполнения импорта таблицы. Когда импорт завершится, нажмите кнопку **Close** (Заккрыть).
- В дереве **ArcCatalog**, в базе геоданных **Montgomery** выделите таблицу **Owners**. Перейдите на вкладку **Preview** (Предварительный просмотр) в правой части основного окна **ArcCatalog**, чтобы увидеть содержимое таблицы (рис. 1.13).

OBJECTID	ELEMENTOR	PROPERTY_ID	OWNER_NAME
1	6332	1004	THOMAS DAN
2	6333	1005	CRIDER ANIA
3	6336	1008	CHINNAITY ELIZABETH
4	6337	1009	LESERITHAL MATTHEW
5	6338	1010	EBERT DANIELA
6	6339	1011	YAN LI
7	6340	1012	AFRONE DAN
8	6341	1013	WICHELL JEFFREY
9	6342	1014	BOCARTY BOU
10	6344	1016	YOUNG BEVERLY
11	6345	1017	ARTZ PH
12	6347	1019	GRILCK MARLENE
13	6348	1020	PARK MELSA
14	6349	1021	GRILCK AN
15	6350	1022	RICHTER GERRARD
16	6351	1023	YOUN JESSE
17	6352	1024	DONABRICE EUGENE
18	6353	1025	DAULE ZADI
19	6354	1026	CANNING DAVID
20	6355	1027	OZDE ANG-YON
21	6356	1028	CARPNER ANDRE
22	6358	1030	OLENN NA
23	6359	1031	HABREE BREIT
24	6360	1032	HABREE JO
25	6362	1034	DAV DORCK
26	6363	1035	HEW ANTHONY
27	6365	1037	TORS GREG
28	6366	1038	THOMAS JET
29	6367	1039	CTRO HAPPAUL
30	6368	1040	BOL GARY
31	6369	1041	BOLATYA
32	6370	1042	LUTHERATYA
33	6371	1043	NAB BONIQUE

Рисунок 1.13 – Содержимое таблицы в базе геоданных

- Переименуйте таблицу. Дайте ей имя **Owners**.
- Откройте окно свойств этой таблицы – **Properties** (Свойства).
- На вкладке **General** (Общие) в качестве псевдонима таблицы введите **Владельцы участков**.
- Перейдите на вкладку **Fields** (Поля). Создайте псевдонимы для всех полей, перечисленных в таблице 1.2. Закройте окно **Properties** (Свойства) с

сохранением всех данных, нажав на кнопку **ОК**.

Таблица 1.2 – Имена псевдонимов для полей таблицы

Поле	Псевдоним
OBJECTID	Идентификатор объекта
OWNER_NAME	Имя владельца
OWNER_PERCENT	Доля владения в процентах
DEED_DATE	Дата акта регистрации

После выполнения всех вышеперечисленных шагов, данные из покрытия отводов системы водоснабжения и таблицы владельцев земельных участков находятся в базе геоданных. Теперь можно использовать расширенные возможности базы геоданных, для определения необходимого поведения ваших данных.

Контрольные вопросы

1. Может ли шейп-файл содержать разные по геометрии объекты?
2. Может ли покрытие содержать разные по геометрии типы объектов?
3. Какова структура базы геоданных?
4. На основе чего классы пространственных объектов объединяются в наборы?

Оформление отчета по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе должен быть выполнен на персональном компьютере (ПК), распечатан на листах формата А4. Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- Титульный лист.
- Оформление каждого упражнения:
 - Постановка задачи.
 - Последовательность выполнения.
 - Необходимые скриншоты.
- Ответы на контрольные вопросы.

К отчету необходимо приложить файл с лабораторной работой, выполненной в программном продукте **ArcCatalog** либо **ArcMap**.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

СОЗДАНИЕ ПОДТИПОВ И АТРИБУТИВНЫХ ДОМЕНОВ

Цель: выработать умения и навыки по созданию правил редактирования данных в базе геоданных, а также связывать классы с их атрибутивными данными.

Назначение: выполнив работу, вы научитесь задавать эти правила путем создания нового атрибутивного домена а также создавать классы отношений.

Ключевые слова

Атрибутивные домены, отношения, классы отношений, первичный и внешний ключ, связанные таблицы, подтип объекта.

Теоретические сведения

Атрибутивные домены – это правила, которые описывают допустимые (т.е. правильные с точки зрения вашей задачи) значения поля таблицы (атрибута). Один хранящийся в базе данных атрибутивный домен может использоваться несколькими классами пространственных объектов и таблицами. Однако совсем не обязательно, чтобы все объекты одного класса пространственных объектов или таблицы использовали один и тот же атрибутивный домен.

Атрибутивные домены используются для ограничения диапазона значений, допустимых для определенного атрибута таблицы или класса пространственных объектов. Если объекты класса пространственных объектов или объекты таблицы сгруппированы в подтипы, каждому подтипу может быть присвоен атрибутивный домен. Домен – это описание допустимых значений атрибутов. Поскольку домен ассоциирован с атрибутивным полем, для этого поля допустимы только входящие в домен значения. Другими словами, поле не примет значение, которое отсутствует в домене. Использование доменов помогает гарантировать целостность данных, ограничивая выбор значений для определенного поля. Атрибутивные домены могут одновременно использоваться с классами пространственных объектов, таблицами и подтипами базы геоданных.

Например, в водопроводной сети для отводных труб гидрантов допустимо давление от 4 до 10 атм, тогда как для домовых отводов (т.е. объектов того же класса, но другого подтипа) эта величина может быть от 5 до

7,5 атм. Для описания таких условий нужно использовать механизм атрибутивных доменов. При этом вам не нужно разбивать класс пространственных объектов на два независимых класса. Достаточно ввести различия между типами отводов и назначить каждому из них свои наборы допустимых значений (домены) и значения по умолчанию. Это можно сделать, определив подтипы объектов.

Отношения управляют связями между объектами в одной таблице и объектами в другой. Создание классов отношений между таблицами в базе геоданных может помочь в обслуживании ссылочной целостности, позволяет более эффективно редактировать связанные таблицы, а также дает возможность совершать запросы к связанным таблицам. Классы отношений (**relationship classes**) позволяют отслеживать связи между объектами в базе геоданных. Эти отношения могут быть простыми или сложными. Сложные отношения подразумевают отношения между родительским и дочерним объектами или композицией, а также обладают поведением, которое выражается влиянием изменений объектов с одной стороны отношения на объекты с другой стороны отношения.

Отношения в классе отношений могут храниться с использованием первичного и внешнего ключей в классах объектов с любой стороны класса отношений. В случае отношения многие ко многим (М к N) и атрибутивных классов отношений, эти классы отношений хранятся в виде отдельной таблицы.

Ход работы

Создание атрибутивных доменов

Для создания новых атрибутивных доменов используется ArcCatalog. Новый домен кодированных значений будет определять набор допустимых значений для диаметра труб класса **Laterals** (Отводы).

- Запустите **ArcCatalog** двойным щелчком по ярлыку на Рабочем столе или вызвав его из меню программ.
- В окне **Дерева Каталога** программы щелкните правой кнопкой мыши (ПКМ) на базе геоданных **Montgomery**, с которой вы работали в лабораторной работе № 1 и выберите **Properties** (Свойства) (рис. 2.1).
- Перейдите на вкладку **Domains** (Домены) окна свойств.
- Выберите первое пустое поле в столбце **Domain Name** (Имя домена) и введите **LatDiameter**, в качестве имени нового атрибутивного домена. В столбце **Description** (Описание) в той же строке введите описание этого

домена – *Допустимые значения диаметра отводов* (рис. 2.2).

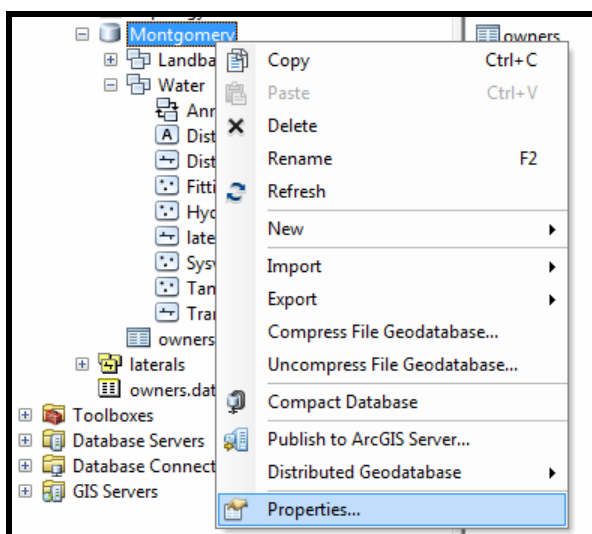


Рисунок 2.1 – Вызов окна свойств базы геоданных

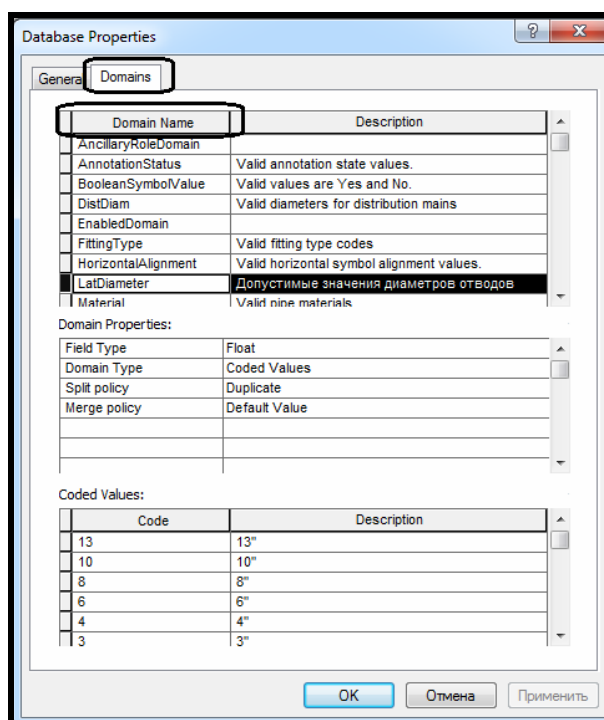


Рисунок 2.2 – Окно свойств базы геоданных

Теперь необходимо определить свойства домена: тип полей, с которыми может быть связан домен, какого типа этот домен (кодированные значения или диапазон значений), правила вычисления значений атрибута при слиянии и разбиении объектов и допустимые значения домена. Домен диапазона, определяет диапазон допустимых значений атрибута в виде числового отрезка; домен кодированных значений перечисляет все возмож-

ные дискретные значения. В данном случае необходимо создать новый домен кодированных значений.

В процессе редактирования пространственных данных вы можете разбивать пространственные объекты на несколько частей или, наоборот, объединять несколько объектов в один. В таких случаях ArcGIS использует правила разбиения для вычисления значений атрибута результирующих объектов на основе исходного и правила слияния – для получения значений атрибута объединенного объекта.

- В строке **Field Type** (Тип поля) в разделе **Domain Properties** (Свойства атрибутивного домена) в выпадающем списке типов полей выберите **Float** (плавающий).
- В строке **Domain Type** (Тип домена) в выпадающем списке выберите **Coded Values** (Кодированные значения).
- В строке **Split policy** (Правила разбиения) в выпадающем списке выберите **Duplicate** (Дублировать).
- Для строки **Merge policy** (Правила слияния) оставьте предложенный вариант – **Default Value** (Значение по умолчанию) (рис. 2.3).

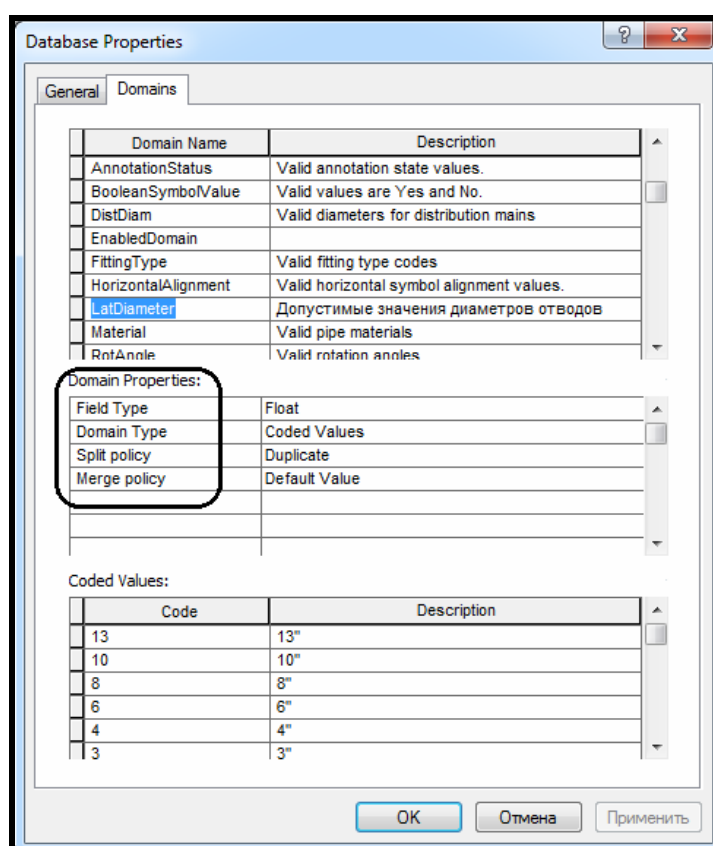


Рисунок 2.3 – Определение свойств домена

Теперь необходимо ввести допустимые значения домена и для каждого из них понятное пользователю описание (при работе в ArcMap пользователь оперирует именно этими описаниями, а не представляющими их кодами).

- Для этого в разделе **Coded Values** (Кодированные значения) щелкните ЛКМ на первом пустом поле в столбце **Coded** (Код) и введите число 13. Затем в качестве **Description** (Описание) введите строку **13"** (13 дюймов) как описание этого кода. Добавьте в тот же список следующие значения кодов и их описания (см. табл. 2.1).

Таблица 2.1 – Значения кодов домена и их описания

Код	Описание
10	10"
8	8"
6	6"
4	4"
3	3"
2.25	2 1/4"
2	2"
1.5	1 1/2"
1.25	1 1/4"
1	1"
0.75	3/4"
-9	Неизвестно

- Нажмите **ОК**, чтобы добавить атрибутивный домен в базу геоданных.

Создание подтипов, установка доменов и значений по умолчанию

Теперь необходимо создать подтипы для класса объектов **Laterals** и связать домены и значения по умолчанию с полями каждого подтипа. При создании подтипов не все объекты сети водоснабжения обязаны иметь одни и те же домены, значения по умолчанию и правила связности.

- В базе геоданных **Montgomery** щелкните ПКМ на классе пространственных объектов **Laterals** и выберите в выпадающем меню **Properties** (Свойства).

- В появившемся окне **Feature Class Properties** (Свойства классов пространственных объектов) перейдите на вкладку **Subtypes** (Подтипы).

Здесь необходимо указать, какое из полей класса **Laterals** является полем подтипа. Поле подтипа содержит значения, определяющие, к какому из подтипов относится данный объект.

- Для этого в выпадающем списке **Subtype Field** (Поле подтипа) выберите поле **TYPECODE**.

Теперь вам надо добавить коды подтипов и их описания. При добавлении каждого нового подтипа, для некоторых полей нужно будет задать значение по умолчанию и домен.

- Для этого в разделе **Subtypes** (Подтипы) для кода **0** введите описание **Неизвестный**.

- В разделе **Default Values and Domains** выберите имя поля **H_CONFID** и установите для него **Default Values** (Значение по умолчанию) **0**. Сделайте то же самое для полей **DEPTH_BURI** и **RECORDED_L**. Для полей **WMN_TYPE** и **PWTYPE** в качестве значения по умолчанию введите **UNKNOWN** (Неизвестный) (рис. 2.4).

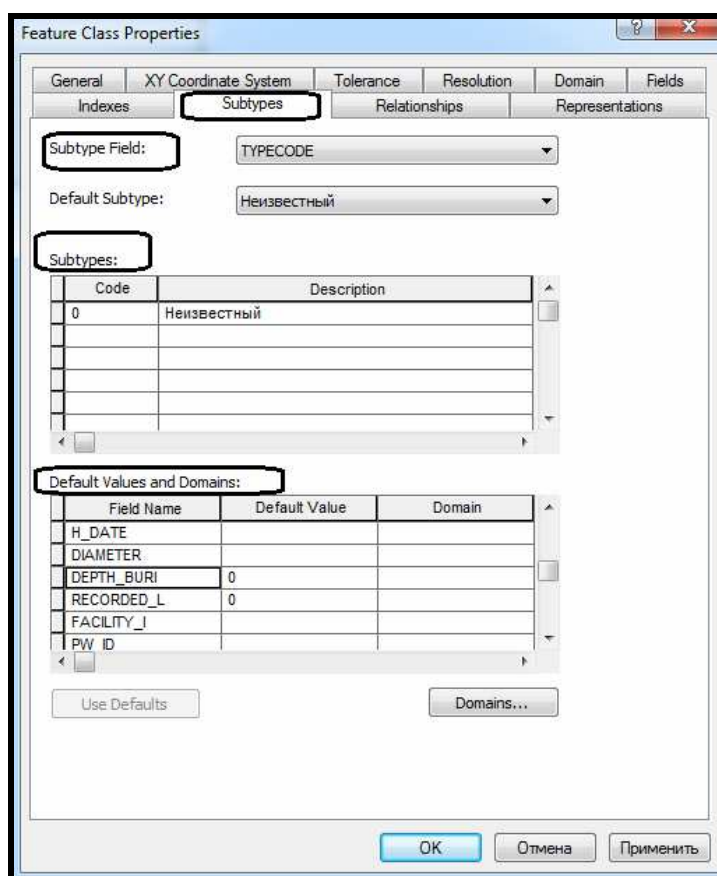


Рисунок 2.4 – Установка значений по умолчанию

- Для поля **DIAMETER** введите в качестве значения по умолчанию число **8**. Щелкните ЛКМ по выпадающему списку **Domain** (Домен) этого поля и выберите значение **LatDiameter**, тем самым, связав его с подтипом **Неизвестный**.
- Для поля **MATERIAL** введите **DI** в качестве значения по умолчанию и выберите домен **Material**.

По аналогии с подтипом **0 – Неизвестный**, добавьте в класс объектов **Laterals** подтипы **1, 2, 3** с описаниями как в таблице 2.2 и установите значения по умолчанию, такие же, как и для подтипа **Неизвестный**, за исключением полей **WMN_TYPE** и **PW_TYPE** (табл. 2.3).

Таблица 2.2 – Описание подтипов

Код	Описание
1	Отводы гидрантов
2	Отводы пожарных кранов
3	Домовые отводы

Таблица 2.3 – Значения по умолчанию для подтипов

Поле	Значение по умолчанию	Код
H_CONFID	0	1, 2, 3
DIAMETER	8	1, 2, 3
DEPTH_BURI	0	1, 2, 3
RECORDED_L	0	1, 2, 3
MATERIAL	DI	1, 2, 3
WMN_TYPE	WHYDLIN	1
PWTYPE	WHYDLIN	1
WMN_TYPE	WFIRELIN	2
PWTYPE	WFIRELIN	2
WMN_TYPE	WSERVICE	3
PWTYPE	WSERVICE	3

Определив все подтипы необходимо выбрать подтип по умолчанию. При создании нового объекта в ArcMap без указания его подтипа, этот объект будет отнесен к подтипу по умолчанию.

- В выпадающем списке **Default Subtypes** (Подтипы по умолчанию) выберите подтип **Домовые отводы**, чтобы назначить его подтипом по умолчанию (рис. 2.5).

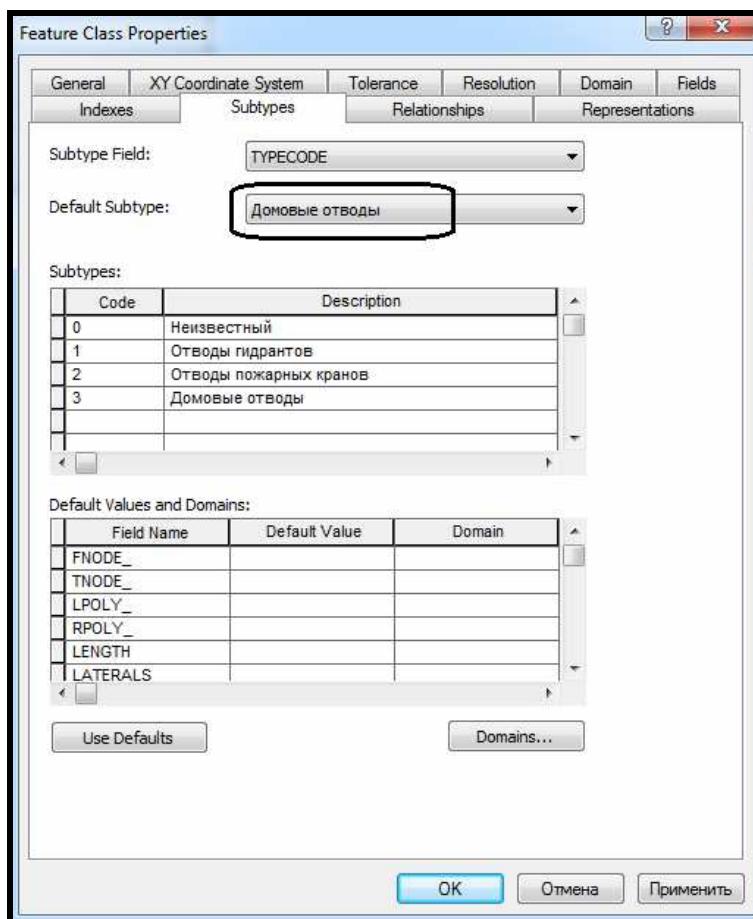


Рисунок 2.5 – Установка подтипа по умолчанию

- Щелкните по кнопке **OK** в окне **Feature Class Properties** (Свойства классов пространственных объектов) для сохранения выполненной работы.

Определив подтипы объектов и атрибутивные домены, вы тем самым добавили в базу геоданных элементы поведения объектов.

Создание отношений между объектами

В базе геоданных **Montgomery** содержится таблица со сведениями о владельцах земельных участков. Также в ней есть класс пространственных объектов **Parcels**, включающий земельные участки. Теперь необходимо создать класс отношений, связывающий земельные участки и их владельцев, благодаря чему в **ArcMap** будет легко найти информацию о владельце для каждого земельного участка.

Для этого необходимо вызвать контекстное меню на наборе классов **Landbase**, выбрать **New (Новый) / Relationship Class (Класс Отношений)** (рис. 2.6).

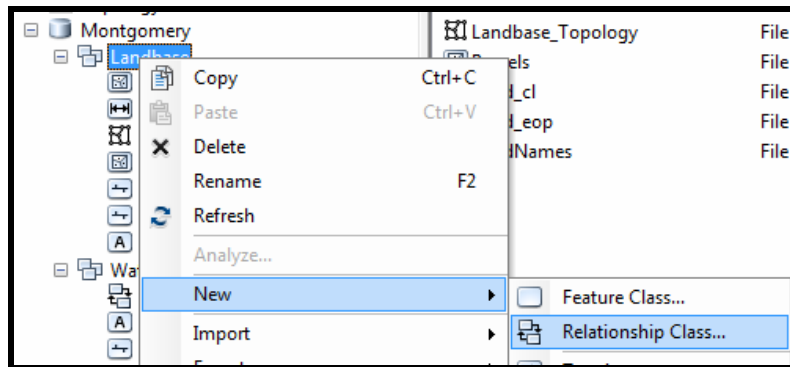


Рисунок 2.6 – Вызов мастера создания классов отношений

Откроется **Мастер создания классов отношений**. В первом диалоговом окне мастера нужно указать имя класса отношений, исходные и целевые таблицы или классы пространственных объектов.

- Введите **ParcelOwners** в качестве имени класса отношений.
- В качестве таблицы-источника выберите **Owners**.
- Двойным щелчком ЛКМ раскройте набор классов объектов **Landbase** и выберите класс пространственных объектов **Parcels** в качестве класса-адресата отношения. Щелкните по кнопке **Далее** (рис. 2.7).

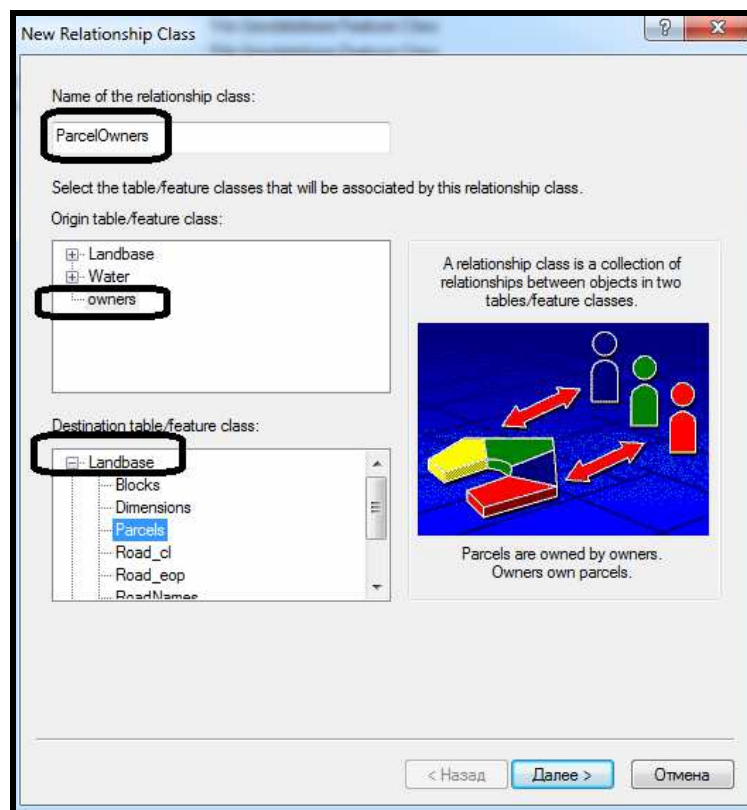


Рисунок 2.7 – Первый шаг создания классов отношений

В следующем диалоговом окне мастера необходимо указать тип создаваемого класса отношений. Сейчас классы земельных участков и их владельцев существуют в базе геоданных независимо друг от друга, и чтобы связать их, нужно создать класс отношений между ними.

- Для этого в следующем окне мастера выберите предлагаемый по умолчанию класс простых отношений **Simple (peer to peer) relationship** и нажмите кнопку **Далее**.

Теперь вы должны указать слова, выражающие суть прямого и обратного отношения, и направление передачи сообщений. Слово для прямого отношения выражает, как объекты класса-источника воздействуют на объекты класса-адресата. В нашей задаче владельцы участков владеют ими. Слово для обратного отношения выражает, как земельные участки относятся к их владельцам. Направление передачи сообщений указывает, как передаются сообщения между объектами классов, связанных отношением. Для данного отношения уведомления не используются, поэтому оставьте вариант по умолчанию **None**.

- Для этого в следующем окне мастера наберите, *владеет* для описания прямого отношения и *принадлежит* – для обратного, выберите **None**, чтобы не использовать уведомления. Нажмите на кнопку **Далее** (рис. 2.8).

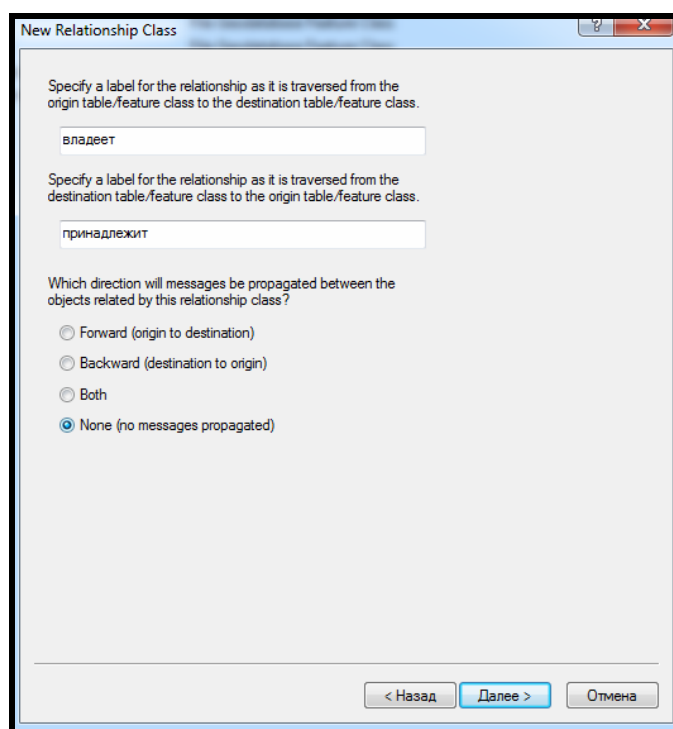


Рисунок 2.8 – Третий шаг создания классов отношений

Теперь вам необходимо указать кардинальность создаваемого отношения. Кардинальность отношения определяет возможное количество объектов в классе-адресате, которые могут быть связаны с одним объектом в классе-источнике.

- Для этого в следующем окне мастера выберите кардинальность **1 – M** (один ко многим), чтобы указать, что одному владельцу может принадлежать несколько участков. Нажмите на кнопку **Далее**.

Теперь необходимо определить, будет ли создаваемый класс отношений иметь атрибуты. В данной задаче класс **ParcelOwners** не имеет атрибутов, что и предлагается по умолчанию.

- Для этого в следующем окне мастера выберите **No** (Нет) и нажмите на кнопку **Далее**.
- В следующем окне мастера в первом выпадающем списке в качестве первичного ключа таблицы источника выберите ее поле **PROPERTY_ID**.
- Во втором выпадающем списке в качестве внешнего ключа класса-адресата выберите его поле **PROPERTY_I** (рис. 2.9). Нажмите на кнопку **Далее**.

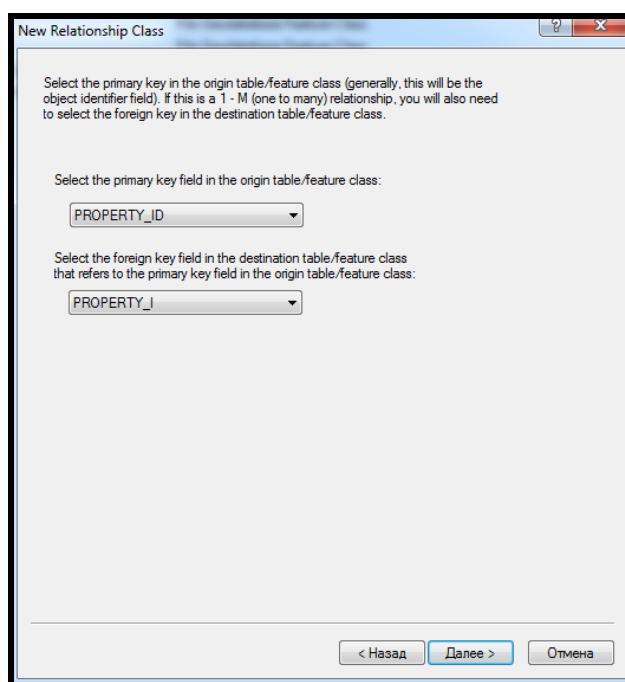


Рисунок 2.9 – Четвертый шаг создания классов отношений

- После этого появится последний диалог мастера, резюмирующий характеристики создаваемого вами класса отношений. Проверьте их и нажмите на кнопку **Готово**.

Выполнив это упражнение, вы определили еще один элемент поведения объектов – отношение между классами объектов.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое класс отношений?
- 2 Где хранятся отношения в БГД?
- 3 Каким образом устанавливаются отношения между двумя объектами в БГД?
- 4 Приведите примеры простых отношений.
- 5 Какую кардинальность могут иметь простые отношения?

Оформление отчета по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе должен быть выполнен на ПК и распечатан на листах формата А4. Отчет по лабораторной работе должен содержать (смотри лабораторную работу № 1). К отчету необходимо добавить файл, с выполненной работой при помощи программного продукта ArcMap.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 ПОСТРОЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ СЕТИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОШЕНИЙ МЕЖДУ ОБЪЕКТАМИ

Цель: выработать умения и навыки по созданию геометрических инженерных сетей и работе с аннотациями на картах в БГД.

Назначение: выполнив работу, вы научитесь создавать геометрические инженерные сети и работать с аннотациями на картах.

Ключевые слова

Геометрическая инженерная сеть, динамические и статические аннотации, класс пространственного объекта, правило связности, конвертация.

Теоретические сведения

Геометрические инженерные сети представляют собой наборы классов объектов линий (границ) и точек (соединений) в наборе данных объектов, который имеет связующие отношения. Геометрические сети используются для моделирования инфраструктуры, например линий электропередач и канализационных систем.

Классы пространственных объектов, входящие в один набор классов объектов, могут участвовать в формировании инженерной сети. Инженерная сеть является математической моделью различных сетевых структур, например таких, как водопровод.

Аннотации базы геоданных хранятся в классе объектов аннотаций. Так же, как и другие классы пространственных объектов, все объекты класса аннотаций имеют географическое положение и атрибуты, и могут находиться как внутри набора классов объектов, так и в виде автономного класса пространственных объектов. Каждый текстовый объект-аннотация имеет символы, такие как шрифт, его размер и цвет, а также другие свойства текстовых символов. Обычно, аннотация - это текст, но она также может содержать графику, например, рамки или стрелки, для которых требуются символы различных типов.

Ход работы

Создание геометрической инженерной сети

В этом упражнении вы постройте геометрическую инженерную сеть из классов пространственных объектов, входящих в набор классов **Water** базы геоданных **Montgomery**. Научитесь создавать правила связности, чтобы определить, какие объекты могут соединяться друг с другом в сети.

Для создания инженерной сети из классов пространственных объектов, входящих в набор классов **Water** базы геоданных **Montgomery** нужно использовать ArcCatalog.

- Запустите **ArcCatalog** двойным щелчком по ярлыку на Рабочем столе или вызвав его из меню программ.
- В окне **Дерева Каталога** программы щелкните правой кнопкой мыши (ПКМ) на наборе данных **Water** в базе геоданных **Montgomery**, с которой вы работали в лабораторной работе № 1 – 2, и в появившемся контекстном меню выберите **New (Новый) / Geometric Network** (Геометрические сети) (рис. 3.1).

Откроется окно **New Geometric Network** (Мастер создания геометрической сети). Используя, этот мастер, вы можете построить геометрическую сеть из уже существующих классов пространственных объектов или создать пустую геометрическую сеть. В рассматриваемом примере геометрическая сеть будет построена из уже существующих классов пространственных объектов в наборе классов **Water**.

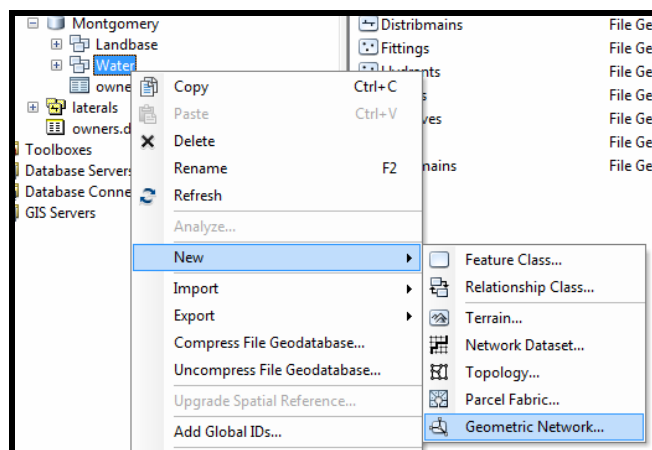


Рисунок 3.1 – Вызов мастера создания геометрической инженерной сети

- В мастере создания геометрической сети нажмите на кнопку **Далее**.
- В следующем диалоге мастера определяется, будет ли создана пустая инженерная сеть, или она будет построена из существующих классов пространственных объектов. Нужно выбрать вариант, предлагаемый по умолчанию – **Построение геометрической сети из существующих пространственных объектов**. Введите в качестве имени создаваемой геометрической сети **Water_Net** и нажмите на кнопку **Далее**.

Теперь необходимо выбрать классы пространственных объектов, которые будут участвовать в построении геометрической сети. Выберите все объекты, нажав на кнопку **Select All** (Выделить все) (рис. 3.2).

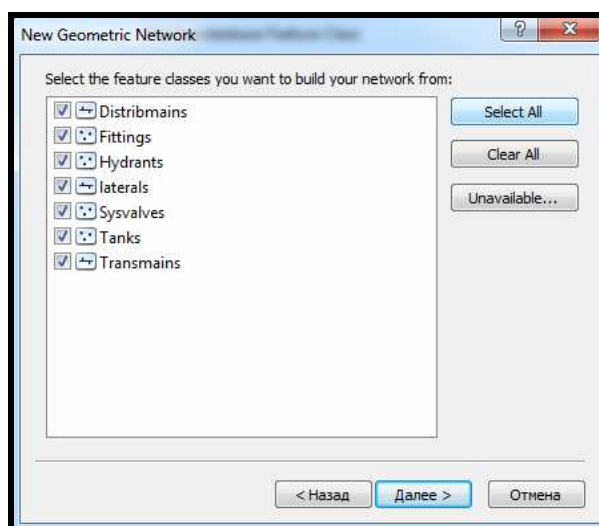


Рисунок 3.2 – Окно выбора классов пространственных объектов

В случае исключения объектов с определенными атрибутами легче управлять частями сети, если вам необходимо завершить работу с сетью и

перестроить ее после того, как вы уже поработали с ней некоторое время.

- Для этого в следующем окне мастера выберите опцию **No** (Нет), чтобы все объекты смогли участвовать в геометрической сети. Нажмите на кнопку **Далее**.

Теперь нужно определить, какие из классов линейных пространственных объектов будут образовывать сложные ребра в геометрической инженерной сети. Сложные ребра не разбиваются на два объекта при связывании с другими объектами, таким образом, они очень удобны для моделирования водопроводных магистралей, имеющих множество водоотводов. По умолчанию, все классы объектов, входящие в инженерную сеть, рассматриваются как простые ребра сети.

- В следующем окне мастера нажмите на кнопку **Далее**. После этого появится последний диалог мастера, обобщающий данные, заданные вами в процессе определения геометрической сети. Проверьте введенные данные и нажмите на кнопку **Готово**. Появится индикатор процесса, отображающий прохождение каждой из стадий построения сети.

Вы создали геометрическую инженерную сеть **Water_Net** в базе геоданных **Montgomery**.

Создание правил связности

Сетевые правила связности определяют типы сетевых объектов, которые могут быть соединены друг с другом, а также число объектов различного типа, подключаемых к данному объекту. Устанавливая эти правила, вы можете поддерживать целостность сетевых связей в базе геоданных.

- Для создания правил связности необходимо вызвать контекстное меню на созданной геометрической сети **Water_Net** и выбрать **Properties** (Свойства).

Появится диалог **Geometric Network Properties** (Свойства геометрической сети). Этот диалог содержит информацию о классах пространственных объектов, участвующих в сети, и список весовых коэффициентов. Вы также можете использовать это диалоговое окно для добавления, удаления и изменения правил связности.

- Перейдите на вкладку **Connectivity** (Связность) этого диалогового окна.

На этой вкладке можно добавлять и изменять правила связности для геометрической инженерной сети. Сначала необходимо создать правило –

ребро_соединение, указывающее, что гидранты могут подключаться к отводным трубам гидрантов; оно также будет показывать, что при создании отвода гидранта на его свободном конце должен быть размещен пространственный объект – соединение класса гидрантов.

- В выпадающем списке **Connectivity rules for (feature class)** (Правила подключения) выберите класс объектов **Laterals**.
- В списке подтипов класса **Subtypes in this feature class** (Подтипы классов) выберите подтип **Отводы гидрантов**.

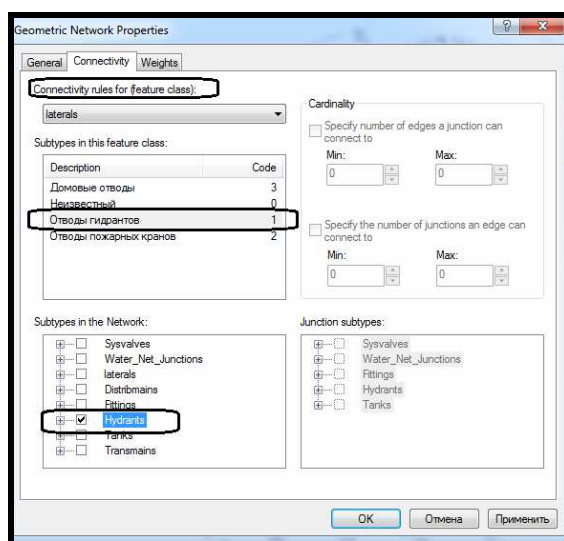


Рисунок 3.3 – Окно создания правила для отводов гидрантов

Теперь необходимо выбрать типы соединений, к которым могут подключаться отводы гидрантов. В целях упрощения примера, отводы гидрантов будут подключаться только к гидрантам.

- Для этого в списке **Subtypes in the Network** (Подтипы объектов сети) отметьте флажком **Hydrants** (рис. 3.3).

Необходимо также указать, что если при создании отвода гидранта его конец не подключен к другому ребру или соединению, то на этом конце размещается гидрант.

- Для этого разверните ветвь для гидрантов щелчком по знаку «+» возле **Hydrants**. Вызовите контекстное меню на появившейся ветви **Hydrants** и выберите в выпадающем меню команду **Set as Default** (Установить по умолчанию). Рядом с подтипом гидрантов появится синий значок с буквой D, показывающий, что это соединение, используемое по умолчанию для данного подтипа ребра.

Затем создадим новое правило – *ребро_ребро*, которое будет определять возможности соединения отводов гидрантов с распределительными трубами через задвижки, тройники или переходники. По умолчанию соединения отводов гидрантов с распределительными трубами установлено через задвижки (**taps**).

- Для этого в списке **Subtypes in the Network** (Подтипы объектов сети) разверните ветвь для **Distribmains** и поставьте флажок возле **Distribmains**.

Поскольку вы отметили ребро в списке подтипов сети, активизируется список подтипов соединений. В этом списке необходимо указать, через какие соединения геометрической сети будут соединяться отводы гидрантов и распределительные трубы.

- Для этого в списке **Junction subtypes** (Подтипы соединений сети) разверните ветвь около **Fittings** и отметьте подтипы **Tap**, **Tee** и **Saddle**.

Обратите внимание, что подтип **Tap** отмечен, синим значком с буквой **D**, обозначающим, что данный подтип будет использоваться в качестве соединения по умолчанию.

- Выберите также подтип **WaterNet_Junctions**, который является общим (используемым по умолчанию), типом соединений в сети. Нажмите **OK** (рис. 3.4).

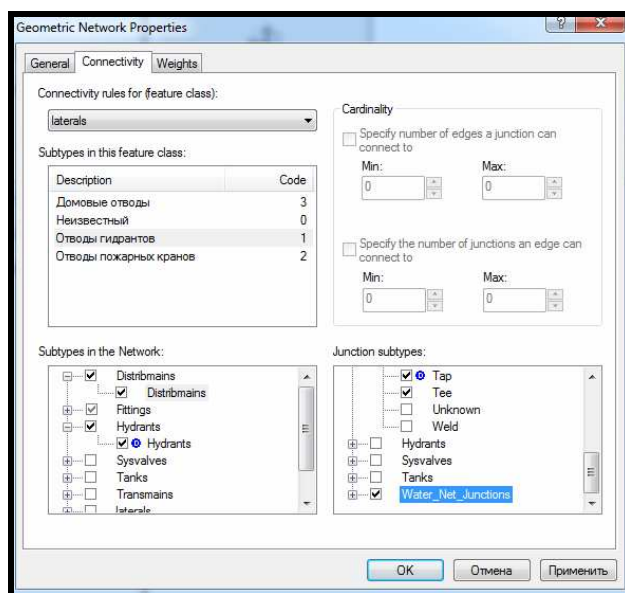


Рисунок 3.4 – Окно с выбором соединения по умолчанию

Выполнив вышеперечисленные шаги, вы добавили в базу геоданных еще один вид поведения – правила связности между объектами. Обычно в инженерной геометрической сети задается гораздо большее количество

правил связности, чем в данной работе. Вы можете сделать это самостоятельно.

Создание аннотаций

В первой лабораторной работе вы просматривали существующие классы пространственных объектов базы геоданных **Montgomery**. Один из них содержал аннотации, связанные с пространственными объектами классов **Distbmains**. Затем вы импортировали покрытие, содержащее отводы – **laterals**, в набор классов объектов **Water**. Теперь необходимо создать надписи для водоотводов с помощью ArcMap и преобразуете их в класс аннотаций, связанных с классом объектов **Laterals**.

Создание надписей для подтипов подводящих труб

- Запустите **ArcMap** двойным щелчком по ярлыку на Рабочем столе или вызвав его из меню программ. Создайте новый документ карты.
- В **ArcCatalog** выберите класс объектов **Laterals** и перетащите его в окно **ArcMap**.

Поскольку ранее были созданы подтипы для класса объектов **Laterals**, каждый подтип автоматически отображается индивидуальными символами. Теперь необходимо создать разные классы надписей для подтипов.

- В **ArcMap** вызовите контекстное меню на вкладке **Отводы** и выберите **Properties** (Свойства) (рис. 3.5).

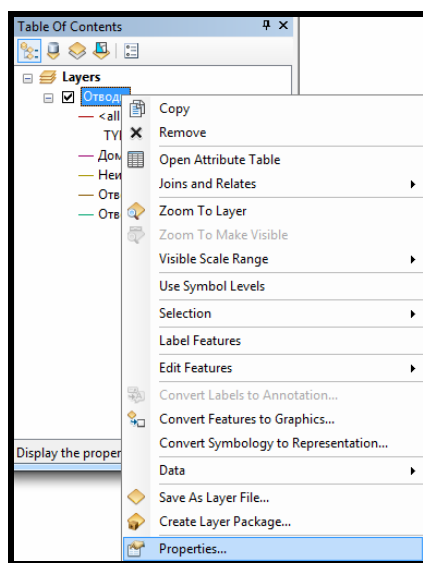


Рисунок 3.5 – Вызов окна свойств

- В появившемся окне перейдите на вкладку **Labels** (Надписи).
- Активизируйте опцию **Label features in this layer** (Подписать объекты этого слоя).
- В выпадающем списке **Method** (Метод) выберите **Define classes of features and label each class differently** (Определить классы объектов и подписать каждый класс отдельно).
- Нажмите на кнопку **Get Symbol Classes** (Классы символов) и примените внесенные изменения, нажав на кнопку **OK**.

Теперь для слоя определено несколько классов надписей по одному для каждого подтипа и еще один для оставшихся значений.

Создание надписей для отводов гидрантов

Различные подтипы подводящих труб играют разную роль в системе водоснабжения. Например, домовые отводы доставляют воду из магистральных трубопроводов в дома и офисные здания, а по отводам гидрантов вода поступает к пожарным гидрантам. Вам нужно подписать отводы гидрантов красным цветом, чтобы пользователи могли с легкостью отличить их от других типов отводов.

- Для этого в окне **Properties** для отводов на вкладке **Labels** в выпадающем списке **Class** (Класс) выберите **Отводы гидрантов**.
- В нижней части окна с помощью выпадающего списка выберите в цветовой палитре красный цвет для вашей надписи. Задайте форматирование **Bold** и **Italic** (Жирный и Курсив).

С помощью кнопки **Expression** (Выражение) можно задать правила поведения текстовых надписей. Иногда необходимо подписать объекты с помощью содержимого одного поля. Список **Fields** (Поле надписи) позволяет выбрать одно поле для подписывания объектов. Однако, бывают случаи, когда вам требуется создать более сложные надписи. С помощью диалогового окна **Expression** можно конструировать надписи путем связывания одного или нескольких полей и текста. Также при помощи языка программирования вы можете добавлять условия в выражение надписи.

Для создания надписей к отводам гидрантов вам нужно загрузить выражение надписи, сохраненное в файле.

- Для этого нажмите кнопку **Load...** (Загрузить), выберите файл под названием **lateral_exp.lxp** в папке **Layers**, расположенный в учебной папке **BuildingGeodatabase**, нажмите на кнопку **Open** (Открыть).

Это выражение создано на языке Visual Basic и определяет длину каждого отвода; если это значение больше 200, то отвод получает надпись, содержащую поле **DIAMETER** (Диаметр) и поле **MATERIAL** (Материал). Если отвод короче 200, то он подписывается только полем **DIAMETER**.

Необходимо скорректировать это выражение для отводов гидранта так, чтобы трубы длиннее 100 единиц имели более развернутые надписи (рис. 3.5).

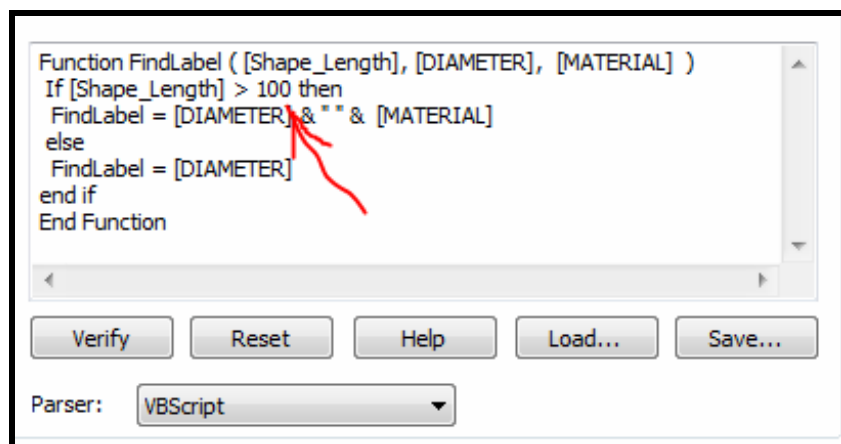


Рисунок 3.5 – Редактирование выражения

- Для этого поменяйте значение условия с 200 на 100. Нажмите **Verify** (Проверить) (рис. 3.6).

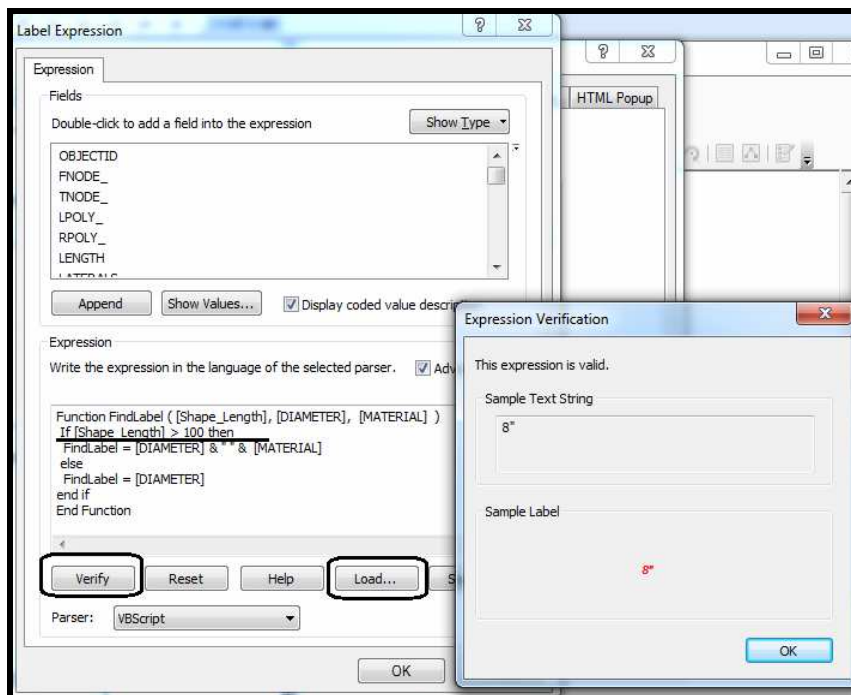


Рисунок 3.6 – Окно с проверкой выражения

- Нажмите **ОК** в диалоговом окне Проверка выражения надписи и в окне Выражение надписи.

В результате вы создали выражение для класса надписей **Отводы гидрантов**.

Создание надписей для домовых отводов

Домовые отводы обычно короче отводов гидрантов. Для данного вида отводов важно, из какого материала они сделаны при длине более 200 единиц, поэтому необходимо будет снова загрузить выражение надписи и использовать его без изменений.

- Для этого в окне **Properties** (Свойства) для отводов на вкладке **Labels** в выпадающем списке **Class** (Класс) выберите **Домовые отводы**. Теперь можно будет задать параметры надписи для данного класса надписей.
- Формируя надписи для домовых отводов, используйте тот же метод, что и при работе с отводами гидрантов, однако эти надписи нужно сделать черного цвета, чтобы не изменять выражение надписи после его загрузки.

Создание надписей для других типов отводов

Ранее вы загрузили выражения надписей для подводящих труб и труб гидранта. Теперь необходимо сформировать надписи для отводов пожарных кранов, неизвестных отводов, и класса **all other values** (все другие значения). Поскольку эти классы используются редко и нас интересует только диаметр, будем подписывать данные объекты только значением поля **Диаметр**.

- Для этого в окне **Properties** для отводов на вкладке **Labels** в выпадающем списке **Class** (Класс) выберите **Отводы пожарных кранов**.
- В выпадающем списке **Label Field** (Поле надписи) выберите **DIAMETER**.
- Таким же образом задайте надписи классам надписей **Неизвестный** и **Все другие значения**.
- Нажмите **ОК** в диалоговом окне **Layer Properties** (Свойства слоя) (рис. 3.7).

Надписи появились на карте. Отводы гидрантов подписаны красным цветом, более длинные трубы имеют в надписи также указание на тип материала, из которого они изготовлены (см. рис. 3.8).

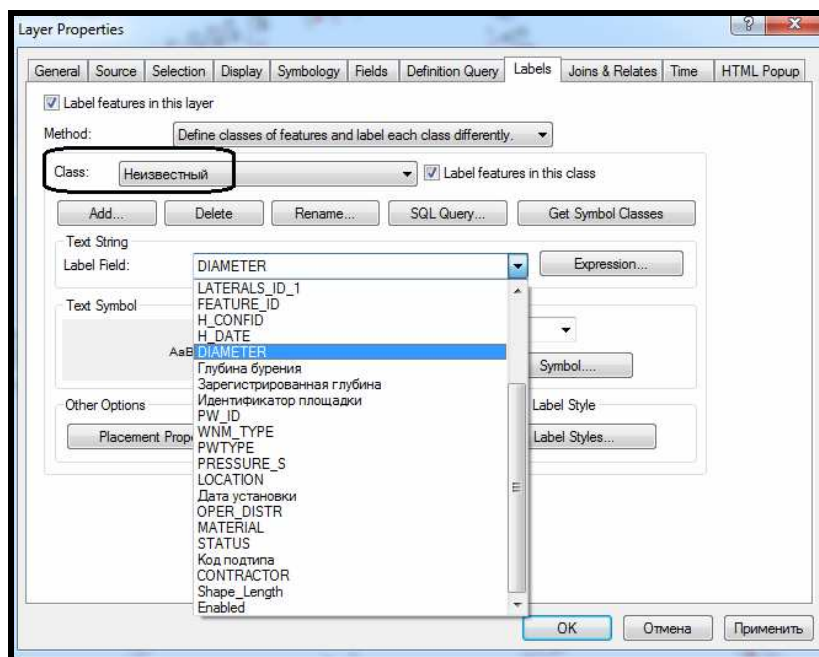


Рисунок 3.7 – Окно для задания надписей

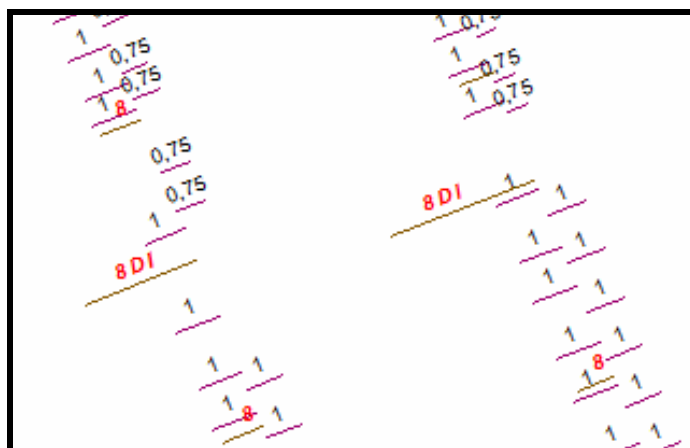


Рисунок 3.8 – Результат создания надписей

Установка базового масштаба для надписей

Надписи являются статичными объектами, они автоматически изменяются, при масштабировании карты. По умолчанию они подписываются шрифтом одного размера, вне зависимости от масштаба, к которому вы переходите. Не все объекты могут быть подписаны с использованием шрифта одного размера. При отображении определенного участка карты, когда вы увеличиваете масштаб, вокруг объектов появляется больше свободного места, на котором можно разместить надписи.

В отличие от надписей аннотации динамичны. Объекты аннотаций сохраняются, они имеют фиксированное местоположение и базовый мас-

штаб, поэтому, когда вы увеличиваете масштаб карты, текст на экране также увеличивается.

Установив базовый масштаб, вы можете заставить надписи вести себя подобно аннотациям. Необходимо использовать масштаб, при котором обычно просматривается карта. Конвертируя надписи в аннотации, вы добиваетесь того, что аннотации имеют корректный базовый масштаб и отображаются в правильном размере, соответствующем объектам на вашей карте.

- Для этого необходимо с помощью инструмента **Zoom In** (Увеличить и растянуть) выделить рамку вокруг нескольких отводов в любой области данных (рис. 3.9).

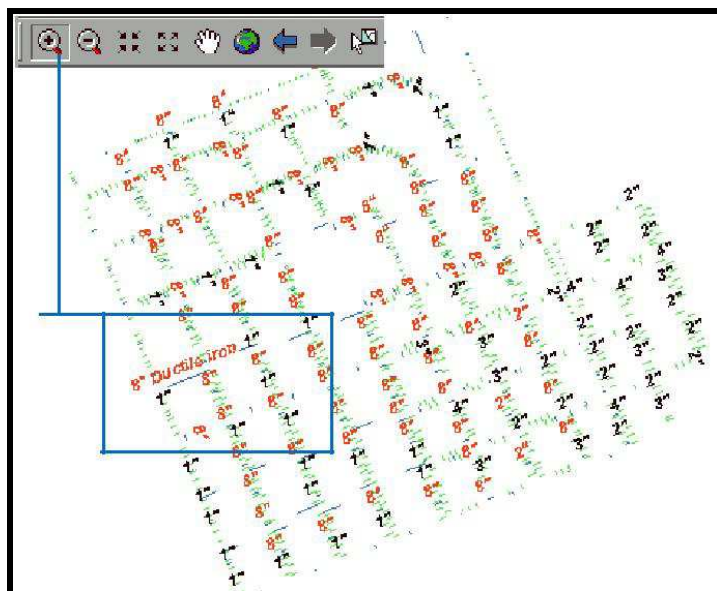


Рисунок 3.9 – Увеличение области на карте

Теперь видно, что большинство отводов имеют надписи.

- Введите значение **1000** в поле **Масштаб** и нажмите **Enter**.
На экране отобразится большее количество аннотаций. Допустим, вы будете работать с данными преимущественно в этом масштабе, поэтому необходимо установить базовый масштаб для карты и аннотаций, которые на ней будут созданы.
- Для этого ПКМ щелкните **Layer** (Слои) в таблице содержимого **ArcMap**. В выпадающем меню выберите **Reference Scale / Set Reference Scale** (рис. 3.10) и установите базовый масштаб, выбрав его из выпадающего списка **Масштаб**.

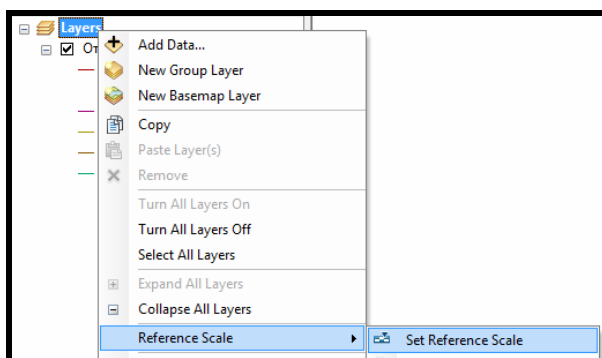


Рисунок 3.10 – Задание базового масштаба для карты и аннотаций

Теперь при увеличении или уменьшении масштаба карты надписи будут соответственно увеличиваться или уменьшаться.

Конвертация надписей в аннотации

После установки базового масштаба вы можете конвертировать надписи в аннотации и сохранять их в вашей базе геоданных.

- Правой кнопкой мыши щелкните на **Layer** (Слои) в таблице содержимого **ArcMap**. Укажите **Convert Labels to Annotation** (Конвертировать надписи в аннотации).
- В появившемся окне **Convert Labels to Annotation** щелкните по кнопке **Convert** (Конвертировать) (рис. 3.11).

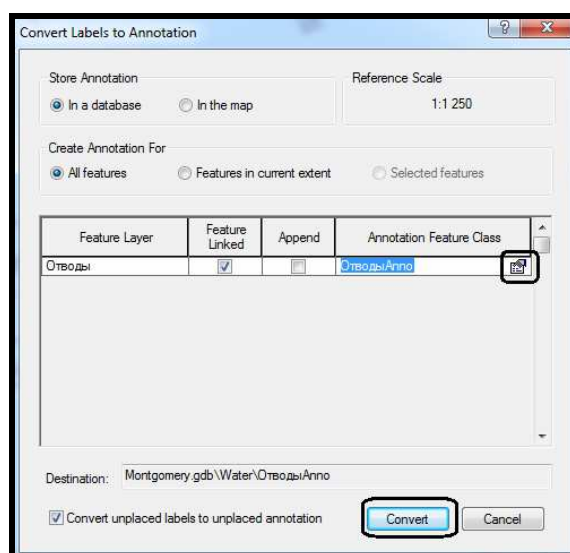


Рисунок 3.11 – Окно конвертирования надписей в аннотации

- Активизируйте опцию **Require symbol to be selected from the symbol table** (Обязательно выбирать символ из таблицы символов).

Это уменьшит место, необходимое для хранения аннотаций в базе геоданных. Каждый объект аннотации будет соотноситься с таблицей символов в базе геоданных, а не сохранять всю собственную символьную информацию. Обратите внимание, что в этом классе объектов аннотаций у вас не будет возможности сохранять графику.

По умолчанию отмечены две опции редактирования объектносвязанных аннотаций. При добавлении новых отводов будут создаваться новые аннотации, а существующие аннотации будут перемещаться при перемещении или изменении формы отводов.

- Нажмите на кнопку **OK** в окне **Annotation Feature Class Properties**.
- Нажмите на кнопку **Convert** (Конвертировать) в окне **Convert Labels to Annotation** (см. рис. 3.11).

Появится окно, отображающее процесс конвертирования. Через некоторое время конвертирование завершится.

Надписи конвертированы в набор подклассов аннотаций в пределах одного класса объектов аннотаций. Также был создан класс отношений, связывающий аннотации с классом отводов (рис. 3.12).

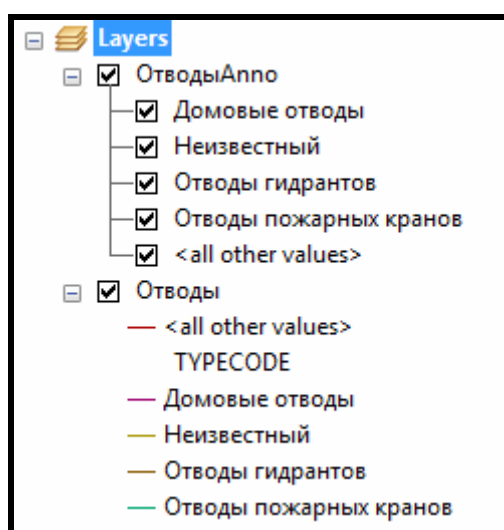


Рисунок 3.12 – Слой аннотаций для отводов

- Закройте **ArcMap**.

Вы создали класс объектов аннотаций в базе геоданных. Подклассы аннотаций в его пределах соответствуют подтипам класса пространственных объектов – отводов. Некоторые из этих подклассов аннотаций имеют специальные символы и логические условия для того, чтобы сообщить о некоторых объектах дополнительную информацию.

Задания для самостоятельного выполнения

- 1** Создайте свои правила связности для инженерной геометрической сети **Water_Net** в базе геоданных **Montgomery**.
- 2** Для класса **Домовых отводов** создайте надписи со значениями **Материала** и **Даты установки**. Оформите надписи фиолетовым цветом, курсивным начертанием. Добейтесь корректной читаемости надписей при изменении масштаба.

Контрольные вопросы

- 1** Охарактеризуйте инженерные геометрические сети в ArcGIS Desktop.
- 2** Охарактеризуйте инженерные геометрические сети в XML-документе.
- 3** Может ли инженерная геометрическая сеть существовать вне БГД?
- 4** Какие подклассы аннотаций вы знаете? Дайте их характеристику.
- 5** В чем разница между обычными и объектно-связанными аннотациями?
- 6** Приведите примеры статических и динамических аннотаций.

Оформление отчета по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе должен быть выполнен на ПК и распечатан на листах формата А4. Отчет по лабораторной работе должен содержать (смотри лабораторную работу № 1). К отчету необходимо добавить файл, с выполненной работой при помощи программного продукта ArcMap.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 СОЗДАНИЕ СЛОЕВ ДАННЫХ В БАЗЕ ГЕОДАНЫХ. СОЗДАНИЕ ТОПОЛОГИИ

Цель: выработать умения и навыки по созданию слоевой структуры и топологических правил для проверки данных в БГД.

Назначение: выполнив работу, вы научитесь создавать слои данных и топологические правила для проверки оцифрованных данных.

Ключевые слова

Слоевая структура данных, файл слоя, топология, топологические правила, геометрическая целостность, пространственные связи.

Теоретические сведения

Структура слоев на карте может быть простой или сложной, в зависимости насколько это необходимо. Для удобства работы с картой можно создавать новые слои либо импортировать их. Слой может существовать вне карты, как файл слоя (*.lyr). Это позволяет другим пользователям легко получить доступ к созданному слою, обеспечивая тем самым многопользовательскую работу с документом. Слои можно передать по сети или электронной почте.

Когда пользователи добавляют файл слоя на свои карты, он будет отображен точно так, как был сохранен, если у них есть доступ к данным, на которые ссылается слой. Обычный способ, помогающий поддерживать это – использовать относительные пути к источнику данных каждого слоя. Чтобы сделать просмотр и отображение данных более удобным, необходимо создавать слои из данных базы геоданных и использовать эти слои в ArcMap.

Топология – раздел математики, изучающий в самом общем виде явление непрерывности, в частности свойства пространства, которые остаются неизменными при непрерывных деформациях, например, связность, ориентируемость. В отличие от геометрии, в топологии не рассматриваются метрические свойства объектов (например, расстояние между парой точек). В ArcGIS топология реализована посредством набора правил, которые определяют, каким образом пространственные объекты могут совместно размещаться в географическом пространстве, а также с помощью инструментов редактирования, которые работают с пространственными объектами, имеющими общую геометрию.

В базе геоданных топология хранится, как одно или более отношений, определяющих, каким образом объекты одного или нескольких классов пространственных объектов совместно используют общие элементы геометрии. Пространственные объекты, участвующие в топологии, являются простыми пространственными объектами: не изменяя определения класса пространственных объектов, топология является только описанием пространственных связей между объектами. Главным образом, топология применяется для обеспечения качества данных и позволяет более реалистично моделировать пространственные объекты. База геоданных обеспечивает среду, в которой пространственные объекты могут иметь определенные свойства, например: подтипы, значения, по умолчанию, атрибу-

тивные домены, правила проверки и структурированные отношения с таблицами других объектов. Эти свойства позволяют более точно моделировать действительность и поддерживать связи между объектами в базе геоданных. Топологию можно рассматривать как расширение этой среды, позволяющее контролировать геометрические отношения между объектами и их геометрическую целостность. В отличие от других видов свойств объектов, правила топологии устанавливаются на уровне набора классов пространственных объектов, а не одного класса.

Ход работы

*Создание слоя **Laterals***

Чтобы сделать просмотр и отображение данных более удобным необходимо создавать слои из данных вашей базы геоданных и использовать эти слои при последующей работе в ArcMap. Для создания новых слоев для классов пространственных объектов **Laterals** и **LateralsAnno**, входящих в набор классов **Water** базы геоданных **Montgomery** необходимо будет использовать **ArcCatalog**.

- Запустите **ArcCatalog** двойным щелчком по ярлыку на Рабочем столе или вызвав его из меню программ.
- В окне **Дерева Каталога** программы щелкните правой кнопкой мыши (ПКМ) на классе пространственных объектов **Laterals** в базе геоданных **Montgomery**, с которой вы работали в лабораторной работе № 1 – 3 и в появившемся контекстном меню выберите **Create layer** (Создать слой) (рис. 4.1).

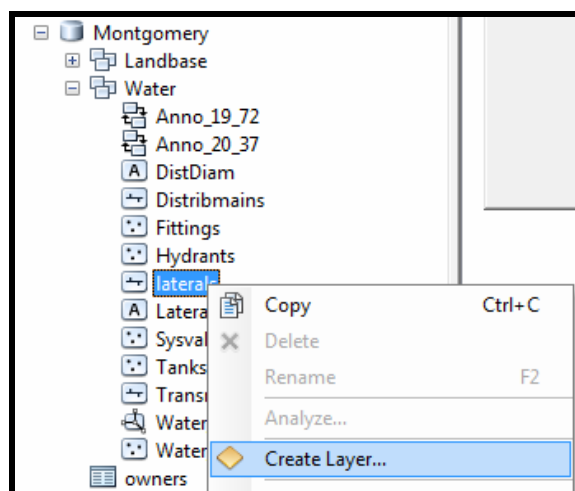


Рисунок 4.1 – Создание слоя для класса пространственных объектов

- Откройте папку **Layers** в каталоге учебных данных и введите **Water laterals** в качестве имени нового слоя (рис. 4.2).

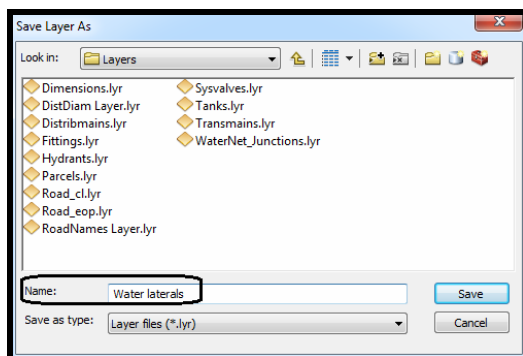


Рисунок 4.2 – Окно сохранения слоя для класса пространственных объектов

- Нажмите кнопку **Save** (Сохранить). Новый слой создан. Теперь вы измените свойства слоя, чтобы назначить символы и стили отображения данных.
- В дереве **ArcCatalog** откройте папку **Layers**, щелкните правой кнопкой на слое **Water laterals** и выберите **Properties** (Свойства) (рис. 4.3).
- Появившееся диалоговое окно **Layer properties** (Свойства слоя) вы можете использовать для управления различными параметрами слоя, такими, как масштаб видимости или прозрачность. В данном случае необходимо изменить символы.

Перейдите на вкладку **Symbology** (Символы) этого диалогового окна.

По умолчанию, для назначения символов используется классификация по уникальным значениям поля, определяющего подтип объектов класса. Эта установка вас устраивает, но нужно изменить условные знаки для каждого подтипа объектов.

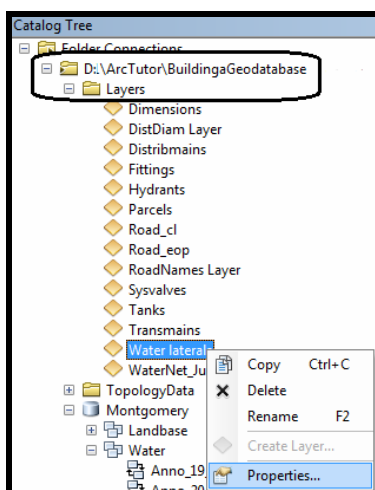


Рисунок 4.3 – Вызов свойств для слоя

- Для этого щелкните ЛКМ по цветной линии рядом с **Hydrant laterals** (Отводы гидрантов) и откройте диалоговое окно **Symbol Selector** (Выбор символа). Это окно используется для того, чтобы установить свойства символа для отображения отводов.
- В выпадающем списке цветов **Color** выберите пурпурный цвет для отображаемых линейных объектов. Введите значение **1,5** в качестве ширины символа линейных объектов (**Width**).
- Нажмите **ОК** (рис. 4.4).

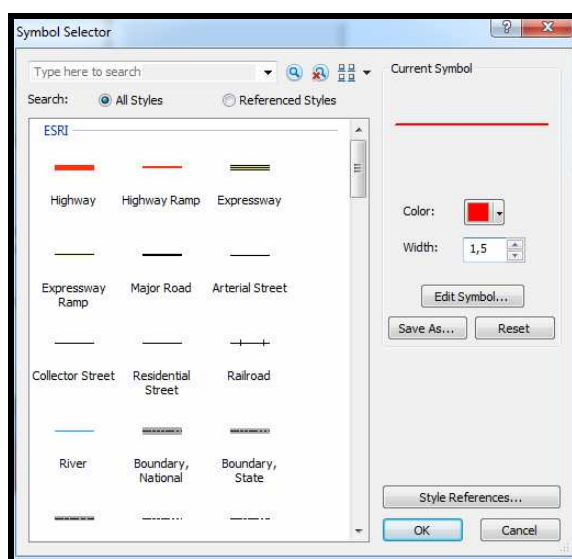


Рисунок 4.4 – Окно изменения условных знаков для подтипов объектов

- По аналогии для подтипа объектов **Fire Laterals** (Отводы пожарных кранов), сделайте цвет линий красным и ширину равной 1,5.
- По аналогии для подтипа объектов **Service Laterals** (Домовые отводы), сделайте цвет линий темно-синим и ширину равной 1,5.
- Нажмите **ОК**.

В результате выполненных действий, вы завершили создание слоя **Water Laterals**. Теперь можно переходить к созданию слоя аннотаций для отводов.

Создание слоя LateralDiam

- Вызовите контекстное меню на классе пространственных объектов **Laterals** (Отводы) и выберите **Create layer** (Создать слой).
- Откройте папку **Layers** в каталоге учебных данных и введите **Laterals Anno** (Аннотации диаметра отводов) в качестве имени нового слоя.

Нажмите кнопку **Save** (Сохранить).

В результате будет создан новый слой. Поскольку этот слой ссылается на класс аннотаций, символы являются свойством аннотаций, следовательно, их не нужно задавать в диалоговом окне свойств слоя.

Установка видимого масштаба для слоя

Аннотации, как правило, используются в довольно узком диапазоне масштабов карты, в котором они читаются. Часто бывает полезным установить минимальный и максимальный масштаб, при котором будут отображаться классы объектов аннотаций. Можно сделать этот видимый масштаб свойством самого класса аннотаций или задать его как свойство слоя, который указывает на класс аннотаций. Для больших классов объектов аннотаций и в многопользовательской среде первый подход является предпочтительным, так как позволяет избежать ненужного запроса с сервера большого количества объектов аннотаций.

Допустим, что пользователи обычно загружают слой, который вы создали, а не непосредственно класс объектов аннотаций.

- В дереве **ArcCatalog** откройте папку **Layers**, щелкните правой кнопкой на слое **Laterals Anno** и выберите **Properties** (Свойства)
- Перейдите на вкладку **General** (Общие) этого диалогового окна.
- Активизируйте радиокнопку **Don't show layer when zoomed** (Не показывать слой в диапазоне масштабов), введите значение **2500** в строку **Out beyond** (Мельче) и нажмите **OK** (рис. 4.5).

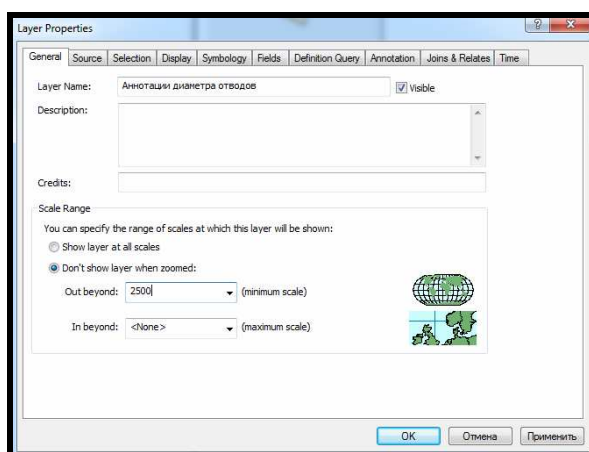


Рисунок 4.5 – Вид окна изменения общих свойств слоя

Чтобы установить диапазон масштабов для класса объектов аннотаций, вызовите контекстное меню на классе объектов аннотаций в

ArcCatalog, выберите **Свойства**, и перейдите в появившемся диалоговом окне на вкладку **Annotation Classes** (Подклассы аннотаций). Вы можете задать отдельный диапазон масштабов для каждого подкласса аннотаций в классе объектов аннотаций. Щелкните на кнопке **Scale Range** (Диапазон масштабов), чтобы задать минимальный и максимальный видимый масштаб (рис. 4. 6).

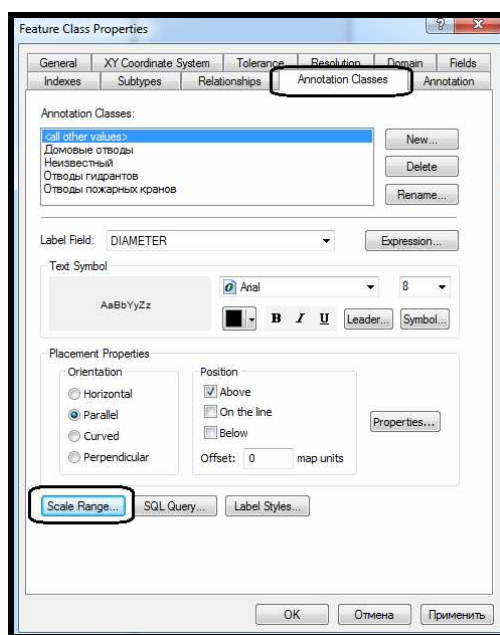


Рисунок 4.6 – Вид окна изменения свойств для подклассов аннотаций

Создание топологии

В лабораторной работе № 3 вы создали инженерную геометрическую сеть. Геометрическая сеть – это особый тип топологических отношений, обеспечивающих трассировку, анализ и редактирование сети. Теперь необходимо создать топологию в базе геоданных. Топология базы геоданных позволяет задавать правила, которые контролируют пространственные отношения между объектами в наборе данных. Существует множество правил топологии, которые вы можете применять к вашим данным в зависимости от потребностей.

В этой работе вы воспользуетесь двумя правилами, которые будут применены к одному набору данных. Для этого необходимо создать топологию, чтобы контролировать два типа пространственных отношений в учебном наборе данных. Первое правило – участки не должны перекрываться, а второе – участки, отнесенные к классу жилых, должны располагаться строго внутри жилых кварталов.

- В **ArcCatalog** перейдите к набору данных **Landbase**.
- Этот набор данных содержит несколько классов пространственных объектов. В топологии будут участвовать два из этих классов: **Parcels** и **Blocks**.
- Вызовите контекстное меню на наборе данных **Landbase**, в появившемся меню выберите **New (Новый) / Topology (Топология)** (рис. 4.7).

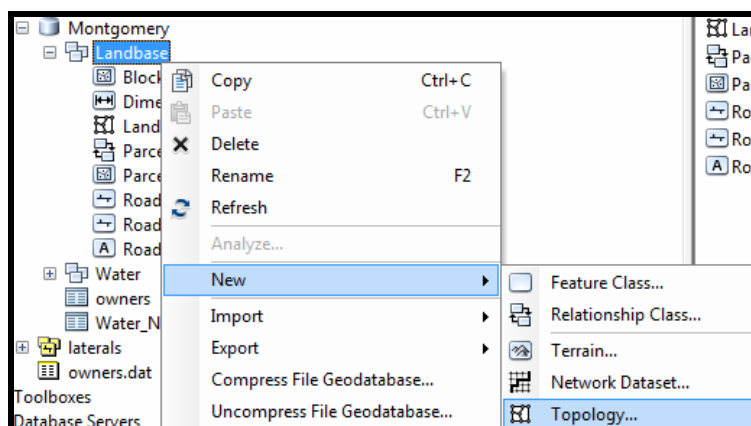


Рисунок 4.7 – Создание топологии для набора данных

В результате запустится мастер создания новой топологии. На первом шаге приводится краткое описание мастера.

- Нажмите кнопку **Далее**.
- На втором шаге мастер предлагает имя и кластерный допуск по умолчанию для новой топологии. Примите имя и кластерный допуск, предложенные по умолчанию (рис. 4.8).

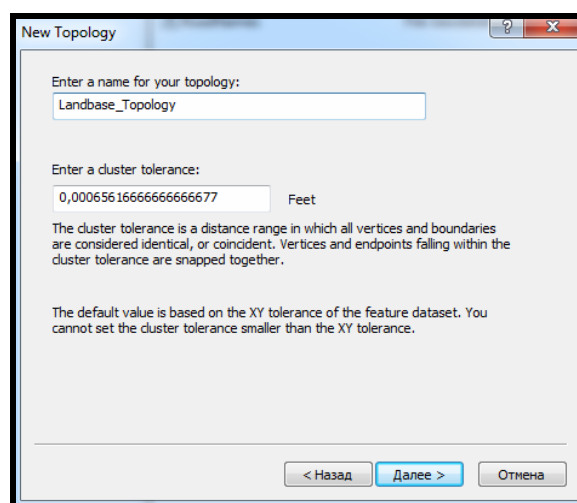


Рисунок 4.8 – Второй шаг мастера создания топологии

Кластерный допуск определяется, исходя из точности пространственной привязки набора данных **Landbase**. Этот набор данных имеет ограниченный пространственный экстенд, диапазон координат с востока на запад 498,461 – 515,641 футов, и с севера на юг 4 674,377 – 691,556 футов (примерно 3,25 мили в каждом направлении). Благодаря небольшому экстенду, набор данных может поддерживать очень высокую точность: 124999 из 2,14 миллиарда возможных единиц хранения в базе геоданных на одну линейную единицу пространственного измерения. Линейные единицы измерения – футы. Таким образом, в этом наборе данных может фиксироваться разница в положении на местности, равная 8×10^{-6} футов. Кластерный допуск по умолчанию равен $1,6 \times 10^{-5}$ фута и означает, что объекты, расположенные на меньшем расстоянии, будут считаться совпадающими и совмещаться.

- Нажмите кнопку **Далее**.
- Отметьте классы объектов **Blocks** и **Parcels**. Эти классы пространственных объектов будут участвовать в топологии.

Первое правило топологии будет касаться класса пространственных объектов **Parcels**, а другое – одного подтипа в классе **Parcels** и одного подтипа в классе **Blocks**, таким образом, оба класса, **Blocks** и **Parcels** должны участвовать в топологии.

ПРИМЕЧАНИЕ. Если бы один из этих классов уже участвовал в другой топологии или геометрической сети, или был бы зарегистрирован как версия в многопользовательской базе геоданных, он не появился бы в списке классов объектов, которые могут участвовать в топологии.

- Нажмите кнопку **Далее**.

Следующий шаг мастера позволяет определить число топологических рангов и ранг каждого класса, участвующего в топологии. Ранги позволяют контролировать, чтобы более точные данные не сдвигались при совмещении с менее точными при проверке топологии. Например, если вы включаете в топологию данные, которые были собраны при помощи GPS, и данные, оцифрованные с карты масштаба 1:000000, можно присвоить данным GPS ранг 1, а данным с карты – ранг 5. В случае проверки топологии при попадании частей объектов в пределы кластерного допуска они будут совмещаться, и при этом объекты с более низким рангом будут перемещаться к объектам с более высоким рангом. Объекты данных GPS не будут перемещаться к объектам карты.

Вы можете выделять до 50 рангов, где 1 – самый высокий ранг. В данной топологии вы будете считать, что все классы объектов имеют одинаковую точность, и не будете устанавливать ранги. **Parcels** и **Blocks** имеют одинаковый уровень точности, так как данные класса **Blocks** были созданы на основе данных об участках **Parcels**.

- Введите число – **1** для числа рангов (**number of ranks**) рисунок 4.9. Нажмите кнопку **Далее**.

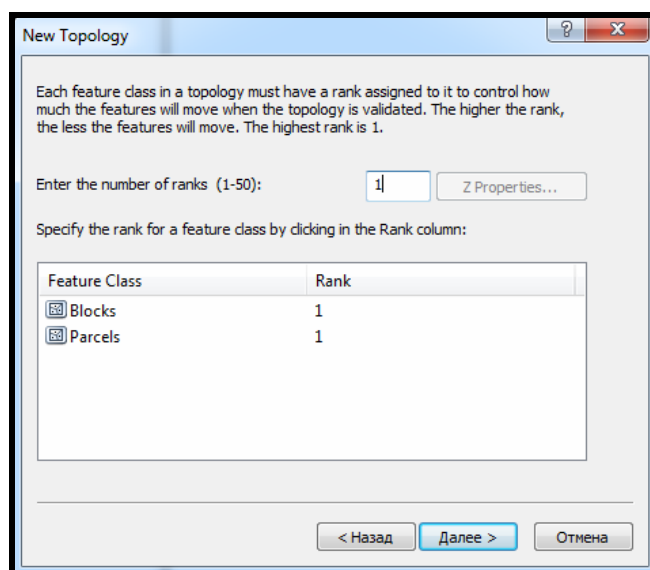


Рисунок 4.9 – Определение рангов в топологии

- Для создания топологического правила нажмите кнопку **Add Rule...** (Добавить правило).

Топологические правила позволяют задавать допустимые пространственные отношения между объектами одного или нескольких классов пространственных объектов, участвующих в топологии. В большинстве случаев не допускается перекрытие земельных участков, поэтому необходимо добавить соответствующее правило в топологию.

- Для этого необходимо вызвать выпадающее меню из списка **Features of feature class** (Объекты класса) и выбрать класс **Parcels**.
- Далее вызовите выпадающее меню из списка **Rule** (Правило) и выберите **Must not Overlap** (Не должны перекрываться) (рис. 4.10).
- Нажмите кнопку **ОК**.

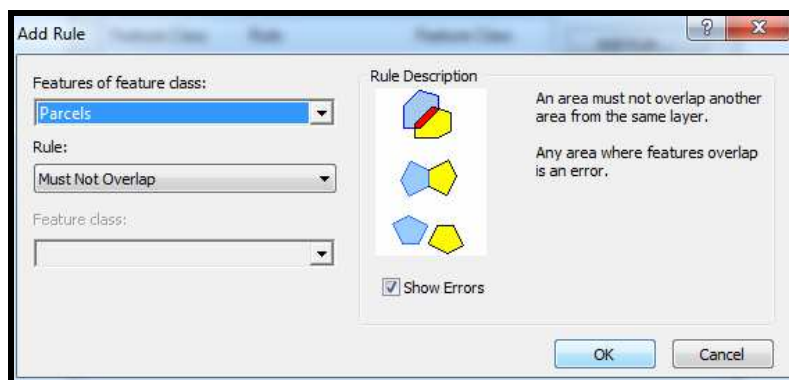


Рисунок 4.10 – Создание топологического правила

Было создано правило, ограничивающее топологические отношения объектов внутри одного класса пространственных объектов. Теперь необходимо создать правило, касающееся пространственных отношений объектов, принадлежащих к соответствующим подтипам двух разных классов пространственных объектов. Правило будет оговаривать, что жилые участки будут находиться строго в пределах кварталов жилых участков.

- Для создания правила нажмите кнопку в окне мастера создания новой топологии **Add Rule...** (Добавить правило).
- Выберите, к какому классу объектов будет относиться правило. Для этого необходимо вызвать выпадающее меню из списка **Features of feature class** (Объекты класса), раскрыть ветвь для класса **Parcels** и выбрать **Residential** (Жилые) (рис. 4.11).

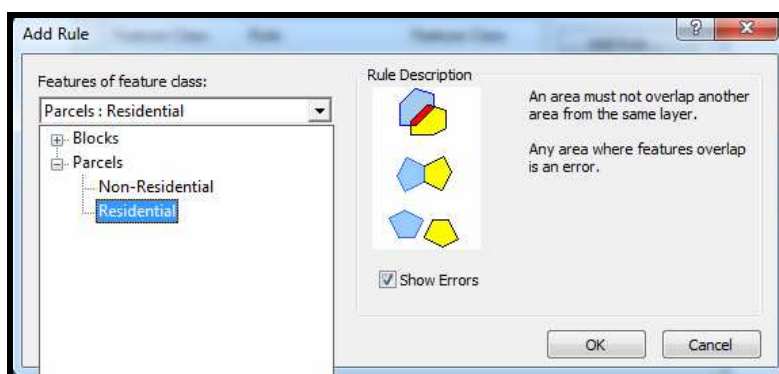


Рисунок 4.11 – Выбор класса объекта для топологического правила

Residential – это подтип в классе **Parcel**, к которому относятся участки, предназначенные для жилья.

- Далее вызвав выпадающее меню из списка **Rule** (Правило), выберите **Must Be Covered By Feature Class of** (Должны совмещаться с объектами).

- В выпадающем меню списка **Feature class** (Класс объектов), раскройте ветвь для класса **Blocks** и выберите **Residential** (жилые) (рис. 4.12).

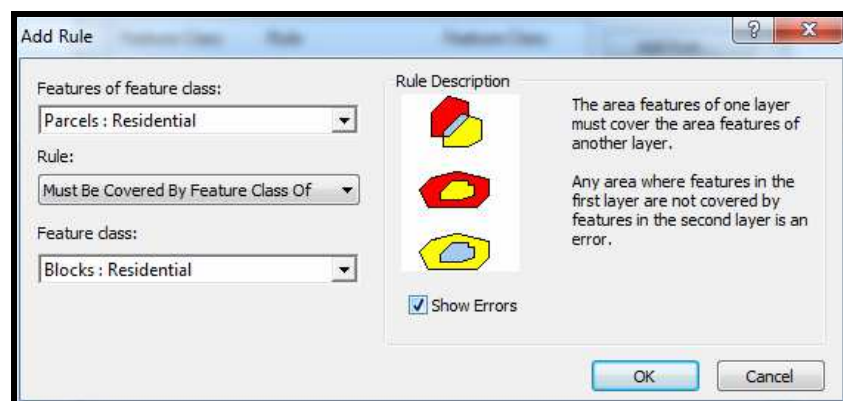


Рисунок 4.12 – Топологическое правило для жилых участков

- Нажмите кнопку **ОК**.
- Новое правило добавилось к списку правил данной топологии.
- Нажмите кнопку **Далее**.
- На следующем шаге мастера нажмите кнопку **Finish** (Готово).
- После создания топологии вы можете ее проверить. Но нет необходимости проверять топологию сразу после ее создания. В зависимости от ваших данных и рабочего процесса может иметь смысл проверка и редактирование отдельных участков данных в ArcMap разными людьми.
- В появившемся диалоговом окне нажмите кнопку **Нет**.

В наборе данных **Landbase** появилась топология – **Landbase_Topology** (рис. 4.13).

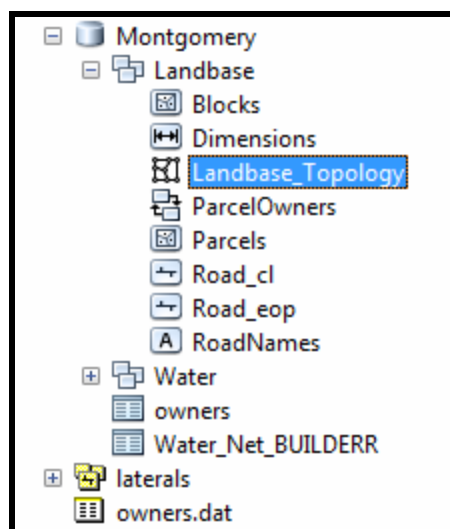


Рисунок 4.13 – Представление топологии в дереве ArcCatalog

В результате выполнения работы, были созданы два топологических правила, которыми можно будет в дальнейшем пользоваться для проверки корректности оцифровки карты.

Контрольные вопросы

- 1** Какие топологические ошибки являются типичными для точечных пространственных объектов, линейных, площадных?
- 2** В каком виде топология хранится в персональной БГД?
- 3** Может ли топология существовать вне БГД?
- 4** Назовите и охарактеризуйте, что изучают разделы топологии.
- 5** Объясните понятия гомеоморфизм и гомотопия. Приведите примеры.
- 6** Какие слои и топологические правила необходимо создать при оцифровке земельного участка по планово-картографическим материалам?

Оформление отчета по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе должен быть выполнен на ПК и распечатан на листах формата А4. Отчет по лабораторной работе должен содержать (смотри лабораторную работу № 1). К отчету необходимо добавить файл, с выполненной работой при помощи программного продукта ArcMap.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 ЗАГРУЗКА ДАННЫХ ПОКРЫТИЯ В ТОПОЛОГИЮ БАЗЫ ГЕОДАННЫХ

Цель: выработать умения и навыки по загрузке топологических данных в новые наборы классов объектов и созданию новой топологии в БГД.

Назначение: выполнив работу, вы научитесь импортировать данных в новые наборы классов объектов и создавать топологию в БГД.

Ключевые слова

Топология, кластерный допуск, наборы классов объектов, пространственная привязка данных, покрытие.

Теоретические сведения

Топология является ключевым элементом ГИС, служащим для управления данными и контролем их целостности. В целом, модель топологических данных управляет пространственными отношениями путём

представления пространственных объектов (точечных, линейных и площадных) в виде схем топологических примитивов – узлов, граней и рёбер. Эти примитивы, взаимоотношения между ними, а также с объектами, чьи границы они представляют, определяются отображением геометрии пространственных объектов в графе топологических элементов.

Топология используется в основном для контроля качества данных с пространственными отношениями, а также помогает при их компиляции. Во многих случаях, топология также применяется для анализа пространственных взаимоотношений – например, чтобы убрать границы между соседними полигонами, имеющими одинаковые атрибутивные значения, или для прокладывания пути по сети элементов топологического графа.

Топология также используется для моделирования интеграции геометрии между несколькими различными классами пространственных объектов. Иногда ее называют вертикальной интеграцией классов пространственных объектов.

Ход работы

Создание базы геоданных

Для управления данными водных ресурсов на большой территории, необходимо создать базу геоданных из существующих данных, хранящихся в покрытиях. Для этого необходимо импортировать классы из группы покрытий с данными о водоеме, его пойме и впадающих водотоках, в классы бассейнов и водотоков внутри водосборного бассейна. Затем необходимо будет добавить правила топологии, которые позволят эффективно работать с этими данными.

Для создания новой базы геоданных нужно будет использовать **ArcCatalog**.

- Запустите **ArcCatalog** двойным щелчком по ярлыку на Рабочем столе или вызвав его из меню программ.
- Для создания базы геоданных будем использовать подключенную в предыдущих лабораторных работах папку **C:\...\ArcTutor\BuildingaGeodatabase**.
- Вызовите контекстное меню на вложенной папке **TopologyData**, выберите команду **New (Новый) / Personal Geodatabase (Персональная база геоданных)** (рис. 5.1).

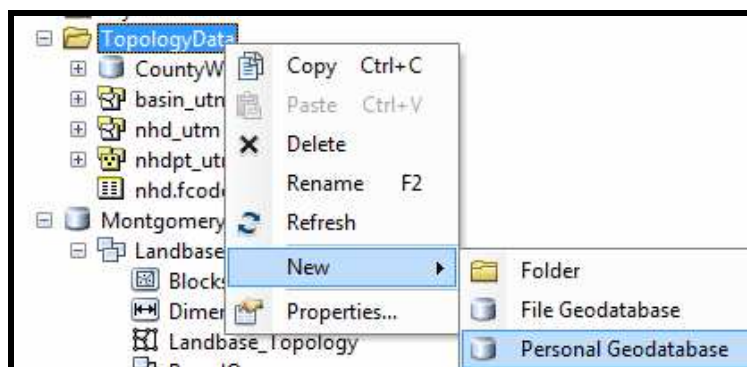


Рисунок 5.1 – Создание персональной базы геоданных в ArcCatalog

В папке **TopologyData** создана новая база геоданных. Ей присвоено имя по умолчанию **New Personal Geodatabase**, которое можно заменить на другое.

- Присвойте созданной базе геоданных новое имя – **CountyWater**.

Далее необходимо создать топологию, чтобы контролировать пространственные отношения между некоторыми объектами и классами объектов. Классы пространственных объектов, участвующие в топологии, должны иметь одинаковую пространственную привязку, чтобы находиться в одном наборе классов объектов. В созданной базе геоданных нет ни одного набора классов объектов, поэтому их необходимо создать.

Создание нового набора классов объектов

Набор классов объектов в базе геоданных может содержать множество классов пространственных объектов, имеющих общую пространственную привязку. Так как у классов объектов одинаковая пространственная привязка, они могут участвовать в топологии и геометрической сети с другими классами этого же набора классов объектов. На данном этапе вы создадите набор классов пространственных объектов и вычислите XY домен для данных.

- Щелкните ПКМ на базе геоданных **CountyWater**, выберите команду **New** (Новый) / **Feature Dataset** (Набор классов объектов) (рис.5.2).
- После этого появится диалоговое окно **New Feature Dataset** (Новый набор классов объектов). В нем необходимо дать имя новому набору – **WaterResources**.
- Нажмите кнопку **Далее**.

Появится диалоговое окно свойств пространственной привязки. С помощью этого окна вы импортируете систему координат из исходного покрытия.

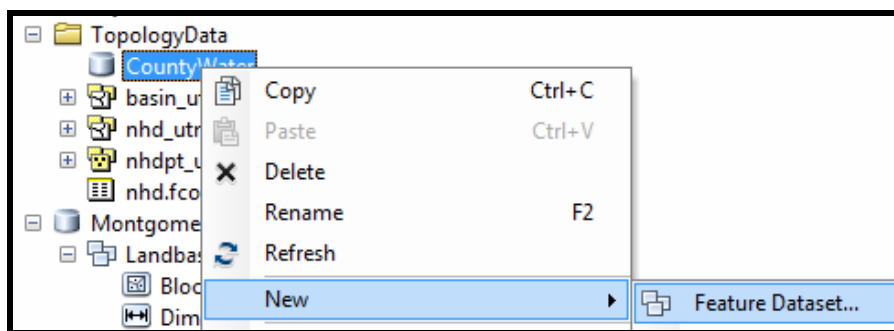


Рисунок 5.2 – Создание набора классов объектов в ArcCatalog

- Нажмите кнопку **Import...** (Импорт). Появится диалоговое окно поиска набора данных. В нем необходимо открыть папку **C:\...\ArcTutor\BuildingaGeodatabase\TopologyData**.

Вы будете импортировать систему координат из покрытия **nhd_utm**. Это покрытие – участок, вырезанный из набора данных National Hydrography. Это покрытие было переведено из географических координат в систему координат UTM. Экстент этого покрытия соответствует экстену классов объектов, которые вы планируете загрузить в набор классов объектов.

- В диалоговом окне выберите покрытие **nhd_utm**.
- Нажмите кнопку **Add** (Добавить).

Теперь диалоговое окно свойств пространственной привязки отображает систему координат, импортированную из покрытия (рис. 5.3).

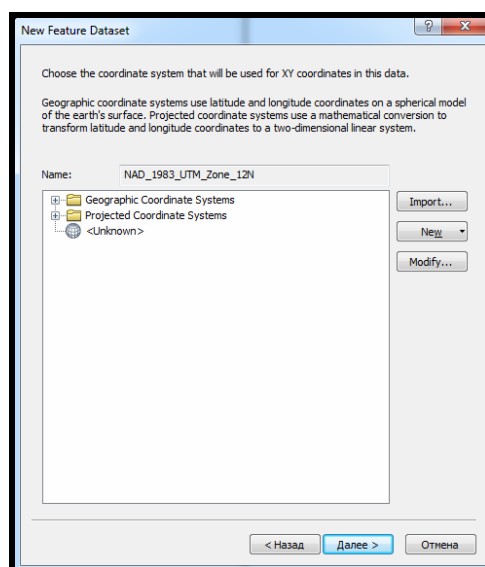


Рисунок 5.3 – Окно с отображением импортированной системы координат

Импорт системы координат из существующего покрытия или класса пространственных объектов – это один из способов установить систему координат набора классов объектов. Этот способ хорошо использовать, когда набор данных, откуда вы импортируете систему координат, покрывает всю территорию, данные о которой планируется загрузить в новый набор классов объектов. В данном случае новые данные наследуют информацию о пространственной привязке уже имеющихся данных и будут находиться в нужной проекции. Обратите внимание, что домены XY и точность данных будут вычислены, исходя из значений координат существующих данных. Обычно результатом этих вычислений является некий добавочный буфер вокруг экстента существующих данных, которого достаточно для добавления данных вблизи уже имеющихся. Если вам необходимо будет добавлять данные, находящиеся на значительном расстоянии от уже имеющихся (например, на расстоянии, в два раза превышающем сам пространственный экстент), следует вручную установить домены XY.

Разумнее всего импортировать информацию о пространственной привязке из данных, полностью покрывающих интересующую вас территорию (территорию новых данных). Например, если интересующая вас территория – областного уровня, разумно импортировать информацию о привязке из покрытия, содержащего всю область целиком. Если вы выберете в качестве источника данных о привязке покрытие, содержащее данные только на один из районов области, в дальнейшем вы обнаружите, что пространственный экстент данных слишком мал и не позволяет ввести информацию о других районах области.

Поскольку XY домены и точность взаимосвязаны, желательно не использовать информацию о привязке тех данных, пространственный экстент которых значительно превышает экстент данных, которые будут включены в создаваемый набор. Например, если вы планируете создать класс объектов измерений инженерной съемки (с сантиметровой точностью), нельзя брать за основу для задания привязки покрытие континентального масштаба – точность будет слишком мала, результатом станет потеря информации.

В результате выполненных действий, в персональной базе геоданных **CountyWater** создан новый набор классов объектов **WaterResources** (рис. 5.4).

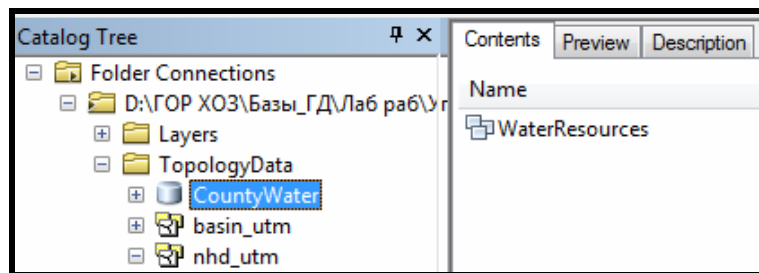


Рисунок 5.4 – Новый набор классов объектов в БГД

Изучение классов объектов покрытий

Покрытия могут содержать несколько классов пространственных объектов. Данные, которые вам необходимо будет импортировать в ходе выполнения работы в набор классов объектов, находятся в нескольких классах трех разных покрытий.

- На панели дерева **ArcCatalog** разверните ветвь для покрытия **nhd_utm** щелчком ЛКМ по знаку + слева от покрытия.
- Выберите класс объектов **arc** (дуги).
- Перейдите на вкладку **Preview** (Просмотр). Вы видите объекты, которые хранятся в этом классе пространственных объектов.

Классы пространственных объектов внутри покрытия топологически связаны между собой. Класс объектов **arc** (дуги) содержит линейные объекты. В данном покрытии содержится два класса объектов маршрутов. **Маршруты** – это наборы линейных объектов из класса дуг. Класс полигональных пространственных объектов построен из объектов класса **arc** (дуг) и класса **labels** (меток). Каждый **полигональный** класс объектов определяется набором линейных объектов из класса дуг, его атрибуты привязаны к точке соответствующей метки из класса меток. В данном покрытии содержится три класса **region** (регионов). **Регионы** – это площадные объекты, являющиеся наборами объектов из полигонального класса.

- С помощью команды **Zoom in** (Увеличить) (рис. 5.5) щелчком-протяжкой ЛКМ создайте рамку вокруг юго-восточной части класса объектов дуг в окне **Preview** (Просмотр) (рис. 5.6).



Рисунок 5.5 – Команда Zoom in на панели Geography

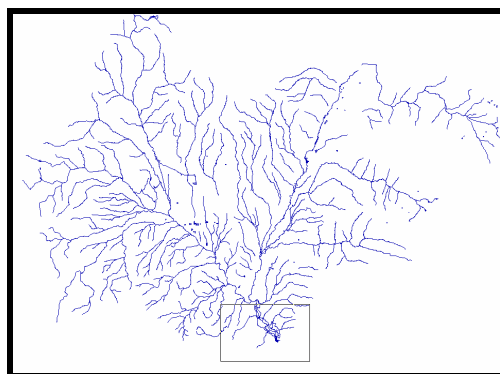


Рисунок 5.6 – Масштабирование класса объектов дуг

В результате вы видите геометрическую сеть объектов, напоминающих речную сеть, за исключением присутствия некоторых дополнительных линий. Эти линии определяют полигональные объекты.

На панели дерева **ArcCatalog** выберите полигональный класс объектов (**polygon**). В результате вы видите группу площадных объектов, которые составляют мозаику.

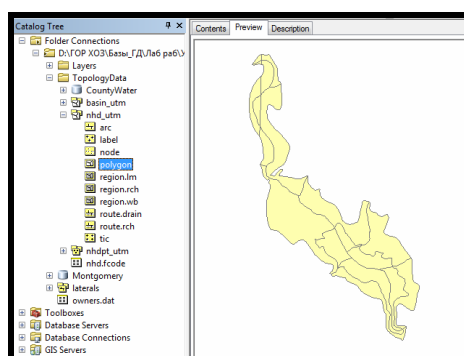


Рисунок 5.7 – Полигональный класс объектов в окне Preview

- Выберите ЛКМ объект **region.wb**. В результате вы видите более мелкий площадной объект, который не разделен на части. Этот полигональный объект представляет обычный уровень воды в резервуаре. Он состоит из нескольких пространственных объектов класса полигонов.
- Выберите ЛКМ объект **region.lm**. В результате вы видите объект большей площади с отверстием, совпадающим по форме с резервуаром. Это зона затопления для данного резервуара.
- Выберите ЛКМ объект **route.rch**. В результате вы увидите направления течений в резервуаре. Линии, которые определяют границы резервуара и зоны затопления, к классу маршрутов не относятся.

В папке **TopologyData** есть еще два других покрытия – **basin_utm** и **nhdpt_utm**. Покрытие **basin_utm** включает один класс полигональных объектов, содержащий данные по водоразделам, а покрытие **nhdpt_utm** содержит класс точечных объектов, отображающих колодцы, скважины и гидрометеорологические посты на территориях водосборных бассейнов.

В результате выполненных действий вы изучили содержимое существующих покрытий.

Загрузка классов объектов покрытия в набор классов объектов

В новый набор классов объектов необходимо загрузить только некоторые классы покрытий. Например, классы **arc**, **label** и **polygon** покрытия **nhd_utm** не нужно загружать, так как они существуют только для поддержки классов маршрутов и регионов. Также не требуется загружать классы **arc** и **label** покрытия **basin_utm**, так как они поддерживают класс полигональных объектов.

- Перейдите к набору классов объектов **WaterResources**, который вы создали ранее в персональной базе геоданных **CountyWater**.
- Сделайте щелчок ПКМ по набору классов объектов **WaterResources**, в выпадающем меню выберите **Import** (Импорт) / **Feature Class (multiple)** (Несколько классов объектов).
- Вначале необходимо загрузить данные водотоков. Для этого щелчком-протяжкой ЛКМ перетащите класс **route.rch** из покрытия **nhd_utm** в поле **Input Features** (Входные объекты) диалогового окна **Feature Class to Geodatabase (multiple)** (Класс объектов в БГД (несколько)) (рис. 5.8).

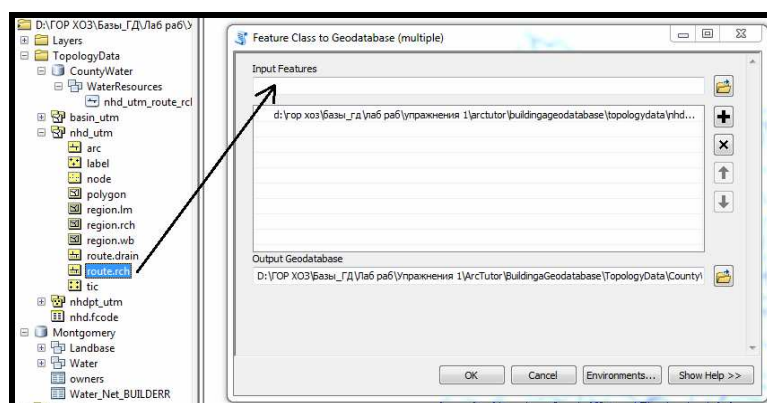


Рисунок 5.8 – Вид окна для загрузки классов объектов в БГД

Класс объектов **route.rch** добавлен к списку классов объектов, которые будут загружаться в базу геоданных.

- По аналогии добавьте в БГД классы объектов **region.wb** и **region.lm**.
- Из покрытия **basin_utm** добавьте в БГД класс объектов **polygon**.
- Из покрытия **nhdpt_utm** добавьте в БГД класс точечных объектов **point**.
- Нажмите кнопку **ОК**.

В результате классы объектов загружены в набор классов объектов (рис. 5.9).

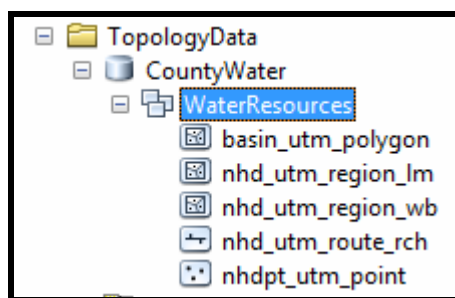


Рисунок 5.9 – Новый набор классов объектов в БГД

Переименование классов объектов

После того как были загружены классы объектов в БГД необходимо дать им более развернутые и понятные имена.

- Для этого разверните ветвь набора классов объектов **WaterResources**. Вызовите контекстное меню на **basin_utm_polygon** и выберите команду **Rename** (Переименовать). Введите новое имя класса объекта – **watershed**.
- В соответствии с таблицей 5.1 измените имена всем оставшимся классам объектов.

Таблица 5.1 – Новые имена классов объектов

Имя класса объектов	Новое имя класса объектов
basin_utm:	
basin_utm_polygon	watershed
nhd_utm:	
nhd_utm_region_wb	waterbodies
nhd_utm_region_lm	floodzones
nhd_utm_route_rch	streams
nhdpt_utm:	
nhdpt_utm_point	hydro_points

Создание топологии

После переименования классов пространственных объектов, необходимо создать топологию, которая будет контролировать пространственные отношения между этими классами.

- Для этого необходимо вызвать контекстное меню на наборе данных **WaterResources**, выбрать команду **New (Новый) / Topology (Топология)** (рис. 5.10).

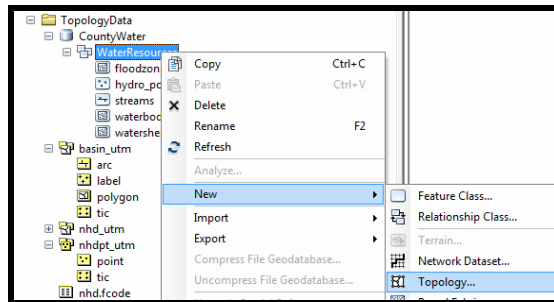


Рисунок 5.10 – Создание топологии в БГД

- В первом окне появившегося мастера нажмите на кнопку **Далее**.
По умолчанию, кластерный допуск задается в зависимости от точности, которая была задана при установке XY домена набора данных. Части объектов, находящиеся на расстоянии меньше 0,02 метра друг от друга, будут совмещаться при проверке топологии.
Во втором диалоговом окне мастера можно переименовать топологию или увеличить кластерный допуск. Увеличение кластерного допуска до 0,5 повлечет за собой совмещение вершин объектов, оказавшихся в пределах 0,5 метра друг от друга. В нашем случае оставьте имя и кластерный допуск, заданные по умолчанию.
- Нажмите на кнопку **Далее** (рис. 5.11).

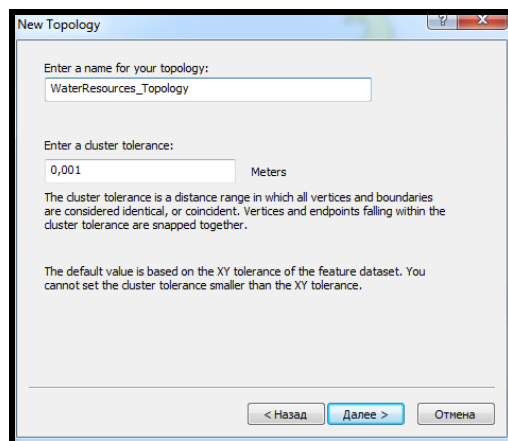


Рисунок 5.11 – Вид окна создания имени и кластерного допуска в топологии

- На следующем шаге мастера нажмите на кнопку **Select All** (Выбрать все). Все, кроме одного класса объектов, будут участвовать в топологии. Уберите флажок напротив класса **hydro_points**, в связи с тем что вам не требуется управлять какими-либо пространственными отношениями для этих точечных объектов.
- Нажмите кнопку **Далее**.
- В следующем окне мастера для пространственного объекта **Watershed** в выпадающем списке **Rank** (Ранг) выберите 5 (рис. 5.12).

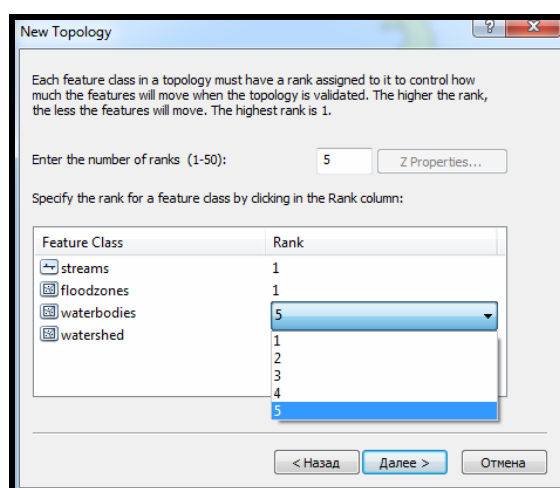


Рисунок 5.11 – Окно выбора значения ранга для пространственного объекта

Класс объектов **Watershed** содержит наименее точные данные во всем наборе данных. Они были оцифрованы вокруг водотоков, чтобы обозначить примерные границы. Так как качество этих данных низкое, вы выбрали более низкий ранг – 5. Это предотвратит привязку более точных объектов к объектам класса водоразделов (**Watershed**) при проверке топологии. Все остальные классы объектов имеют более высокую точность, поэтому им присвоен ранг 1.

- Нажмите кнопку **Далее**.
Существует целый ряд пространственных отношений, которые необходимо контролировать с помощью создаваемой топологии. Требуется, чтобы объекты всех классов не перекрывали друг друга, чтобы не перекрывались полигоны классов водных объектов и затопляемых зон, а также чтобы в классе водотоков объекты не имели псевдоузлов.
- Для создания этих правил необходимо в появившемся окне мастера нажать кнопку **Add Rule...** (Добавить правило).

- В появившемся окне **Add Rule** (Добавить правило) в выпадающем списке **Feature of feature class** (Объекты класса) выберите **streams**.
- В выпадающем списке **Rule** (Правило) выберите **Must Not Overlap** (Не должны перекрываться). Нажмите кнопку **ОК** (рис. 5.12).

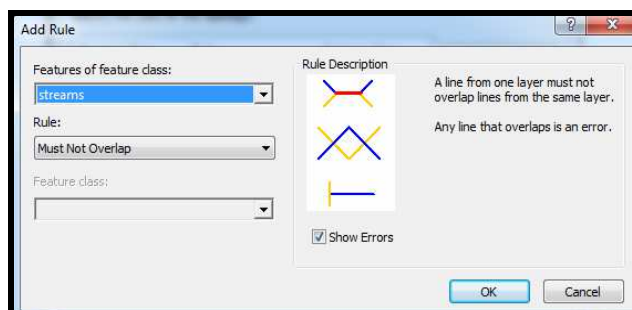


Рисунок 5.12 – Окно создания топологического правила

Правило добавилось в список на этой панели мастера. В реальной базе данных вы бы продолжили добавление правил топологии для каждого из топологических отношений, которые вы хотите определить. В учебной БГД правила для этой топологии уже были сохранены в файле правил, поэтому вы можете загрузить их.

- Для этого нажмите кнопку **Load Rules...** (Загрузить правила).

Набор созданных правил находится в папке **TopologyData**. Ее местоположение по умолчанию **C:\...\ArcTutor\ BuildingaGeodatabase**. Выберите файл **WaterResource_Topology_rules.rul**. Нажмите кнопку **Открыть**. Появится диалоговое окно **Load Rules** (Загрузить правила). Если классы пространственных объектов, перечисленные в правилах, имеют имена, отличные от тех, которые содержатся в наборе данных, вы можете использовать это диалоговое окно, чтобы сопоставить их.

- Нажмите кнопку **ОК**. В результате правила добавлены к топологии (рис. 5.13).

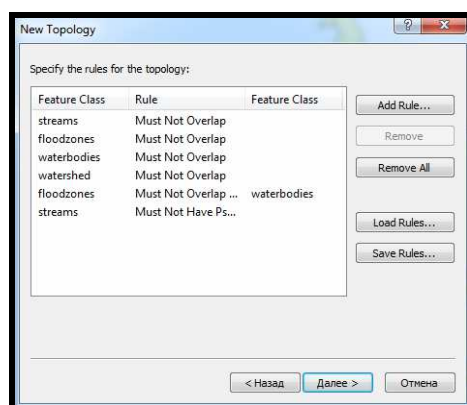


Рисунок 5.13 – Окно с добавленными правилами топологии

- Нажмите кнопку **Далее**. В следующем диалоговом окне нажмите кнопку **Finish**.

Новая топология добавлена к набору данных. Для проверки топологии нажмите кнопку **ДА** в диалоговом окне **New Topology** (Новая топология).

При необходимости повторной проверки выполнения топологических правил в БГД вызовите контекстное меню на созданной топологии в БГД, в выпадающем меню выберите команду **Validate** (Проверка) (рис. 5.14). В результате появится сообщение с отчетом о выполнении топологических правил.

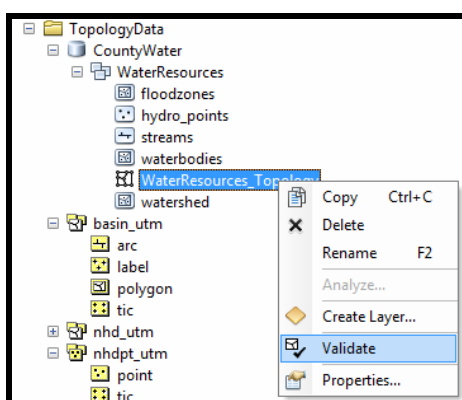


Рисунок 5.14 – Проверка выполнения топологических правил

В этой работе вы изучили, как создавать базу геоданных и новые наборы классов объектов для загрузки топологических данных. Вы определили систему координат и пространственную привязку, позволяющую в дальнейшем расширить экстенд ваших данных, указали точность, с которой они будут храниться. Также загрузили топологические данные из покрытий, исключив ненужные классы объектов. Создали топологию базы геоданных, которая определяет специфический набор допустимых пространственных отношений между объектами в пределах одного класса пространственных объектов и между объектами разных классов.

Задания для самостоятельного выполнения

Создайте новый набор топологических правил для класса объектов **hydro_points**. Проверьте выполнение этого набора правил.

Оформление отчета по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе должен быть выполнен на ПК и распечатан на листах формата А4. Отчет по лабораторной работе должен со-

держать (смотри лабораторную работу № 1). К отчету необходимо добавить файл, с выполненной работой при помощи программного продукта ArcMap.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

УСТАНОВКА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ В БАЗЕ ГЕОДАННЫХ

Цель: приобрести умения и навыки определения соответствующей системы координат и точности координат при проектировании базы геоданных.

Назначение: выполнив работу, вы научитесь задавать точность данных, систему координат и определять центр области в пространстве базы геоданных.

Ключевые слова

Система географических координат, проектируемая система координат, области определения координат, точность координат.

Теоретические сведения

Пространственные отношения – это набор свойств, которые определяют будущие координаты и хранятся в базе геоданных. В начале создания любого ГИС-проекта необходимо определить соответствующую систему географических координат и систему проекции координат. Например, можно использовать NAD 27 UTM или NAD 83 State Plane координаты. Также необходимо определить точность, с которой будут представлены данные на карте.

Точность – это фактор применяемой шкалы координат карты, который определяет их точность перед занесением координат в виде чисел в базу геоданных (БГД).

Например, вам необходимо хранить занести в БГД отрезок длиной 1234.567 футов. Без указания точности, он будет округлен к ближайшему целому:

1234,567 футов округлено к 1235 в базе геоданных

Эти средства позволяют хранить в базе геоданных только координаты с точностью плюс минус фут. Но, если вы умножите координаты, скажем на 100, перед тем, как конвертировать их в целые числа, тогда это будет:

1234,567 футов * 100 = 123456,7 футов округлено к 123457 в базе геоданных.

Сейчас база геоданных хранит данные с точностью плюс минус 1/100 фута. Перед тем, как вы определите точность, вы должны знать единицы измерения данных карты (обычно футы или метры) и насколько точные вам нужны измерения (дюймы/сотни метров). Вы можете легко вычислить точность для ваших данных по следующей формуле:

$$\text{Точность} = \frac{1 \text{ Единица измерения карты}}{1 \text{ Единица измерения на бумаге}} \quad (6.1)$$

Далее в примерах показано, как вычислить точность по этой формуле.

Пример для метрической единицы измерения

В этом примере принимаем, что **единицы измерения карты метры** и что Вам необходимо хранить координаты с **точностью в один сантиметр**. Тогда каждое целое число в координатах базы геоданных должно соответствовать 1 сантиметру в пространстве карты. Вы конвертируете все значения в хранимые единицы (напомним, что в 1 м 100 см) и проводите вычисления:

$$\text{Точность} = \frac{1 \text{ Единица измерения карты}}{1 \text{ Единица измерения на бумаге}} = \frac{1 \text{ м}}{1 \text{ см}} = \frac{100 \text{ см}}{1 \text{ см}} = 100 \quad (6.2)$$

Пример для дюймовой единицы измерения

В этом примере принимаем, что **единицы измерения карты футы** и вам необходимо сохранить ваши координаты с максимальной **точностью 1/4 дюйма (0,25 дюймов)**. Тогда каждое целое число в координатах базы геоданных должно соответствовать одной четверти дюйма в пространстве карты. Конвертируем все значения в единицы, в которых необходимо сохранить (в 1 футе 12 дюймов) и производим вычисления:

$$\text{Точность} = \frac{1 \text{ Единица измерения карты}}{1 \text{ Единица измерения на бумаге}} = \frac{1 \text{ foot}}{0,25 \text{ inches}} = \frac{12 \text{ inches}}{0,25 \text{ inches}} = 48 \quad (6.3)$$

Пример для смешанных единиц измерения

Точность – это коэффициент шкалы, который вы можете использовать для хранения данных карты в тех единицах, которые вам требуются. В этом примере **единицы измерения карты метры** и точность, с которой вам необходимо хранить ваши координаты – **1/4 дюйма** (в 1 метре 39,37 дюймов).

$$\text{Точность} = \frac{1 \text{ Единица измерения карты}}{1 \text{ Единица измерения на бумаге}} = \frac{1 \text{ м}}{0,25 \text{ inches}} = \frac{39,37 \text{ inches}}{0,25 \text{ inches}} = 157,48 \quad (6.4)$$

Ход работы

Вычисление точности

Вычисление координатных областей

На этом этапе вы будете рассчитывать координатные области по X и Y, которые вам будут необходимы при создании БГД по городу Lakewood в его новом районе.

Область координат определяется как диапазон значений (минимум и максимум), что в базе геоданных хранится для X, Y, Z основных координат. Это важные настройки, так как база геоданных исключает области, которые имеют координаты вне определенного диапазона. Области устанавливаются в диалоге **Spatial Reference** (Пространственной привязки), когда вы создаете основное хранилище данных или основной класс.

Для этого в ArcCatalog необходимо выполнить следующее.

- Запустите **ArcCatalog** двойным щелчком по ярлыку на Рабочем столе или вызвав его из меню программ.
- Сделайте щелчок ЛКМ по меню **Customize / ArcCatalog Options...** (Сервис / Параметры).
- В появившемся окне выберите вкладку **Metadata** (Метаданные). В выпадающем списке выберите **INSPIRE Metadata Directive**.
- Поставить флажок в опции **Automatically update when metadata is viewed** (Автоматическое обновление метаданных).
- Нажмите кнопку **OK** (рис. 6.1).

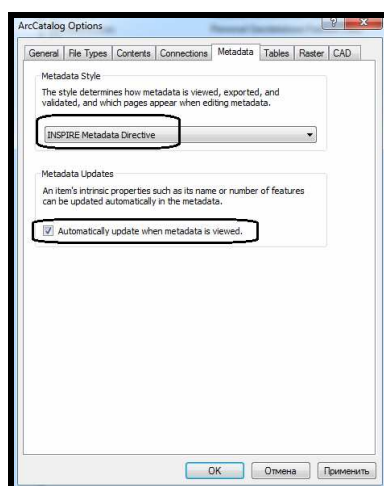


Рисунок 6.1 – Окно настройки свойств БГД

- Подгрузите шейпфайл **MetroRoads**, который находится в папке **C:\...\data\Ex03\MetroRoads**.

- В дереве каталогов выберите шейпфайл **MetroRoads** и перейдите на вкладку **Description** (Пояснения).
- В выпадающем списке **FGDC Metadata** выберите раздел **Identification** (Идентификация) (рис. 6.2).

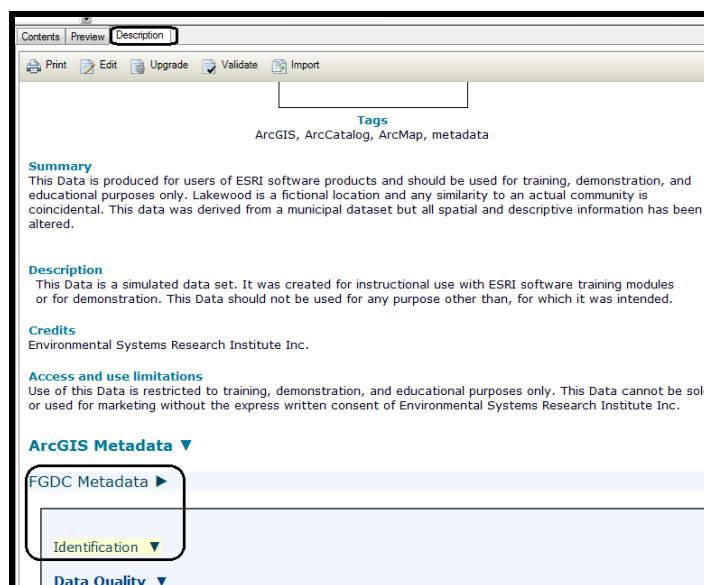


Рисунок 6.2 – Свойства шейпфайла

Данные страницы **Identification** (Идентификация) показывают вам координаты шейпфайла в системе координат NAD 27 State Plane. Это географическая и проектная система, которую вы будете использовать для создания хранилища данных (рис. 6.3).

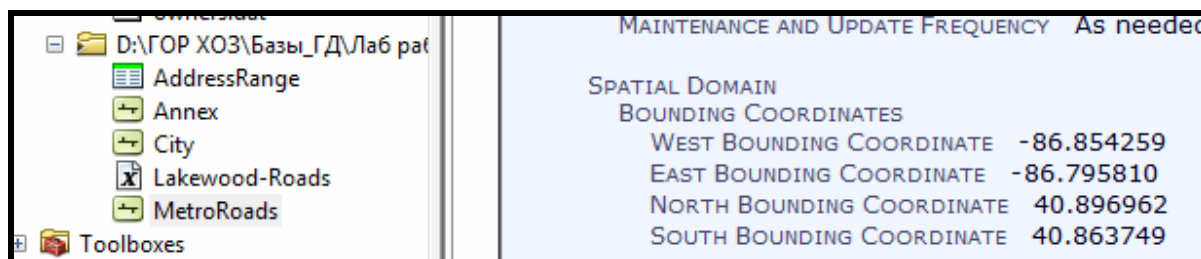


Рисунок 6.3 – Координаты шейпфайла

- В выпадающем списке **ArcGIS Metadata** выберите раздел **ESRI Spatial Information** (рис. 6.4). Найдите группу свойств с названием **Coordinate reference**. Это данные о минимуме и максимуме координат X,Y в шейпфайле **MetroRoads**.

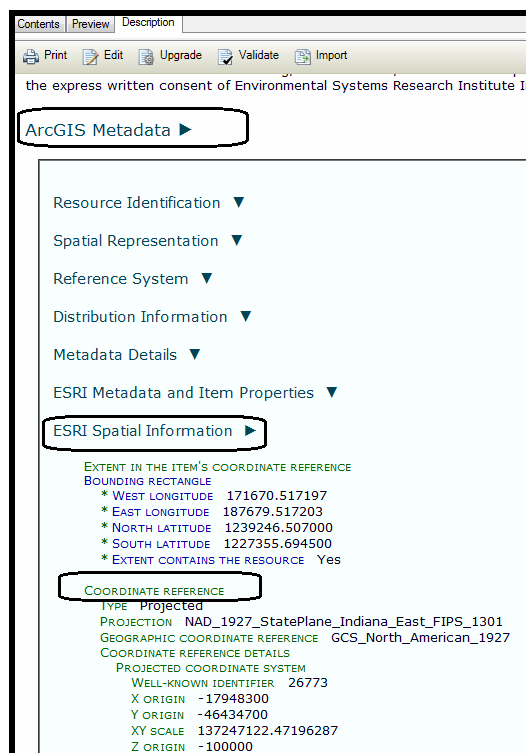


Рисунок 6.4 – Данные о минимуме и максимуме координат шейпфайла

Далее определите координатный X,Y домен для города **Lakewood** и смежный район для планируемого расширения. У вас есть шейпфайл дорог в двух областях с именами **City** и **Annex**. Вы должны найти минимум и максимум X,Y координат для этих шейпфайлов путем просмотра метаданных в ArcCatalog и определить X,Y. Выходит что домен достаточно большой для того, чтобы включать обе области.

Рисунок ниже показывает относительное местоположение шейпфайлов **City** и **Annex** (рис. 6.5).

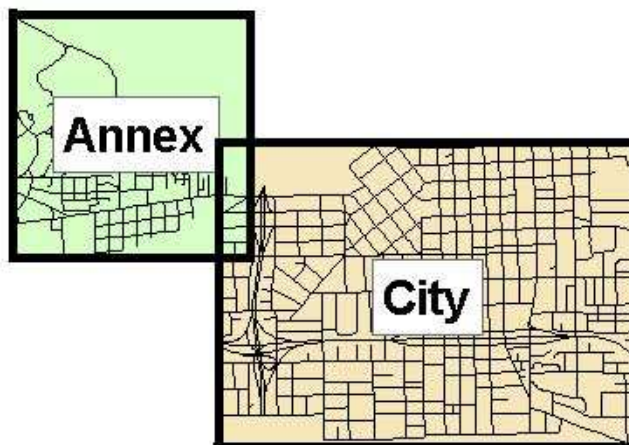


Рисунок 6.5 – Местоположение шейпфайлов City и Annex

Необходимо заметить, что минимум X и Y координат, который вы определяете в области и используете для сдвига координат карты – это левый нижний угол области. Он становится абсолютным нулем – координаты 0,0 в базе геоданных.

База геоданных исключает местность с координатами вне определенной вами области. По этой причине обычно выделяют область для создания с минимальными координатами меньше, чем реально требуется, а с максимальными координатами – больше.

На этом этапе вы определили подходящую пространственную область, которая будет содержать всю местность **City** и **Annex** областей. Это позволит хранить в вашей базе геоданных данные комбинированной области.

Проверка установки отношения точности

Пространство базы геоданных это около 2,14 миллиарда единиц измерения в ширину и высоту. Такая большая площадь дает возможность устанавливать комбинации точности и X и Y домены, как потребуется.

Далее необходимо вычислить диапазон области, с учетом точности, которую вы определили. Если результат будет меньше чем 2,14 миллиарда, тогда ваша область может быть размещена в координатном пространстве базы геоданных с желаемой точностью.

Центр области в пространстве базы геоданных

Предлагаемые вычисления домена координат, позволят без ограничений виртуально увеличивать изучаемую область в любом направлении (при заданной соответствующей точности).

Ранее вы нашли границы изучаемой области, когда выделили минимум X и Y координат для обеспечения пространства слева и снизу от границы, которое необходимо для будущих областей застройки города.

Теперь вы определите центр выбранной области в координатном пространстве базы геоданных.

Для центрирования ограниченной области необходимо сначала найти координаты центра изучаемой области и центра пространства координат базы геоданных. Затем необходимо вычислить размер сдвига центра выбранной области к центру пространства базы геоданных. Размеры сдвига используются для установки минимума значений X и Y в координатной области.

Строка **Combined** в таблице (вопрос 2) содержит минимум и максимум X,Y границ координат, но они могут быть использованы в этом шаге как X,Y координаты центра базы геоданных.

Центр X и Y координат для границ выбранной области вычисляют по уравнению:

$$\text{Центр Координат} = \frac{\text{Min Координата} + \text{Max Координата}}{2} \quad (6.5)$$

Необходимо вычислить X и Y координаты центра пространства базы геоданных, выраженные в единицах измерения карты. Расчетное выражение приведено в формуле 6.6. В результате вы конвертировали единицы измерения базы геоданных в единицы измерения карты (футы).

Деление координат базы геоданных на точность конвертирует их в единицы измерения карты

$$\text{Центр БГД} = 2.14 \text{ миллиарда} / 2 / \text{Точность} \quad (6.6)$$

Одно и то же значение используется для вычисления X и Y координат центра пространства базы геоданных, так как пространство является квадратом. Теперь необходимо рассчитать значения сдвига по X и Y вычитанием координат центра пространства базы геоданных из координат центра выбранной области. Уравнение для вычисления значений сдвига по X и Y:

$$\text{X сдвиг} = \text{Центр координат X} - \text{Центр БГД X} \quad (6.7)$$

$$\text{Y сдвиг} = \text{Центр координат Y} - \text{Центр БГД Y} \quad (6.8)$$

Задания для самостоятельного выполнения

Выполнить необходимые расчеты и дать ответы на следующие вопросы.

1. **Survey Office** использует в **State Plane** футы для координат и требует координаты с точностью 1/8 дюйма (0,125 дюймов). Какую точность вы должны использовать?

ПРИМЕЧАНИЕ. Смотрите пример для единиц измерения в дюймах.

2. Заполнить таблицу минимумом и максимумом координат для шейп-файлов **City** и **Annex** (табл. 6.1). После определить комбинированную (**Combined**) область путем ввода меньшего из минимальных значений и большего из максимальных.

Таблица 6.1 – Таблица координат минимума и максимума

	Minimum X	Minimum Y	Maximum X	Maximum Y
City				
Annex				
Combined				
Padded				

3. Заполнить строку **Padded** таблицы из второго вопроса результатами вычитаний 1000 футов из минимума координат и прибавлением 1000 футов к максимуму координат комбинированной (**Combined**) области.

4. Как определить X,Y домен для изучения областей, если вы не имеете доступа к существующим шейпфайлам и покрытиям?

5. Какова ширина вашей **Padded** области?

ПРИМЕЧАНИЕ. Смотреть на строку **Padded** в таблице вопроса 3.

6. Какова высота вашей **Padded** области?

7. Какой диапазон вашей **Padded** области?

ПРИМЕЧАНИЕ. Он равен большему размеру ширины либо высоты **Padded** области.

8. Поместится ли область в базу геоданных с желаемой точностью?

ПРИМЕЧАНИЕ. Необходимо умножить диапазон **Padded** области на точность ваших данных и сравнить с пространством базы геоданных.

9. Какие X координаты центра комбинированной выбранной области?

10. Какие Y координаты центра комбинированной выбранной области?

11. Чему равен сдвиг по X?

12. Чему равен сдвиг по Y?

Оформление отчета по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе должен быть выполнен на ПК и распечатан на листах формата A4. Отчет по лабораторной работе должен содержать (смотри лабораторную работу № 1). К отчету необходимо добавить файл, с выполненной работой при помощи программного продукта ArcMap.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

СОЗДАНИЕ НАБОРА КЛАССОВ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Цель: научиться создавать персональную базу геоданных, таблицы, классы пространственных объектов, наборы классов пространственных объектов.

Назначение: выполнив работу, вы научитесь создавать отдельные объекты базы геоданных.

Ключевые слова

Класс пространственных объектов, набор классов, подтип, значение по умолчанию.

Теоретические сведения

База геоданных представляет собой более мощную и расширяемую модель данных по сравнению с шейпфайлами (**shapefiles**) и покрытиями (**coverages**).

База геоданных поддерживает все типы данных, которые используются в **ArcGIS**. Классы пространственных объектов могут поддерживать несколько представлений классов пространственных объектов одновременно, в связи с чем из одной базы данных может быть получено большое разнообразие различных картографических продуктов, при этом не требуется хранить несколько копий одних и тех же данных. Представление отдельного объекта при необходимости можно заменить, создав постоянное замещение для правила представления, которое также будет храниться и обслуживаться в базе геоданных. Представление обеспечивает организованную структуру символики, основанной на правилах, сохраняя гибкость настройки изображения отдельных объектов. При разработке БГД структура базы данных, наборы классов объектов и классы пространственных объектов сначала обсуждаются с точки зрения пользователя **ArcCatalog**, затем они реализуются с позиции программиста как разработчика прав доступа к данным БГД.

Ход работы

Создание базы геоданных

Первым шагом в создании базы геоданных (БГД), является создание самой базы данных. Для ее создания используется ArcCatalog.

- Запустите **ArcCatalog** двойным щелчком по ярлыку на Рабочем столе или вызвав его из меню программ.
- В **ArcCatalog**, найти путь к папке **..\data\Ex03**.
- Щелкните левой кнопкой мыши (ЛКМ) по **..\Data\Ex03**. Вызовите контекстное меню на **Ex03** и выберите **New / Personal Geodatabase** (Новый / Персональная база геоданных). Будет создана новая персональная база геоданных.
- Назовите новую БГД **Transportation**. Теперь папка **Ex03** будет выглядеть как на рисунке 7.1.

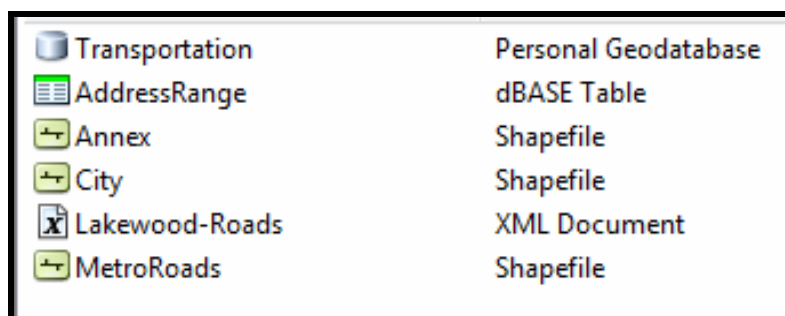


Рисунок 7.1 – Создание базы геоданных

После этого необходимо создать две таблицы в базе геоданных **Transportation** и определить поля для этих таблиц.

- Вызовите контекстное меню на **Transportation.mdb** и выберите **New / Table...** Откроется мастер построения новых таблиц (рис. 7.2).

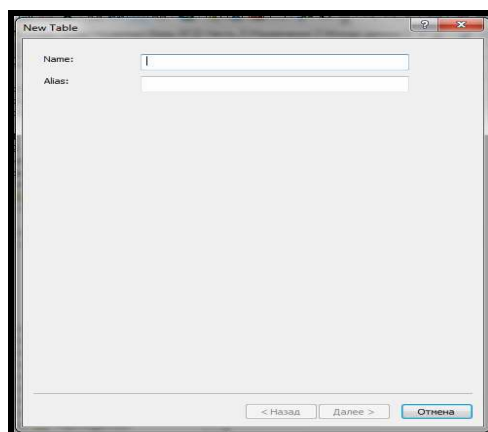


Рисунок 7.2 – Мастер построения новых таблиц

- Назовите таблицу **StreetName**. Перейдите в следующее окно мастера, щелкнув по кнопке **Next** (Далее).

- Эта страница мастера используется для определения полей таблицы. Верхняя часть заполняется именами полей и типом данных в соответствующих строках. В нижней части устанавливаются свойства вновь созданных полей, которые меняются в зависимости от типа данных (рис. 7.3).

- Выберите первую строку и в поле **Field Name** (Имя поля), напишите *StreetNameID*.

- В поле **Data Type** (Тип данных), выберите **Text** (Текст).

- В поле **Alias** (Псевдоним) укажите *StreetName*.

- В поле **Allow NULL values** в выпадающем списке выберите **No**.

- Значения доменов, имен полей и типов полей для вновь созданных полей таблицы можно будет установить позже.

Завершить создание таблицы путем добавления имен полей и их типов, которые указаны ниже:

- *SourceID (Text)*

- *PrefixDirection (Text)*

- *ProperName (Text)*

- *SuffixDirection (Text)*

- *SuffixType (Text)*

- По завершению нажмите **Finish** чтобы закрыть мастер создания таблиц.

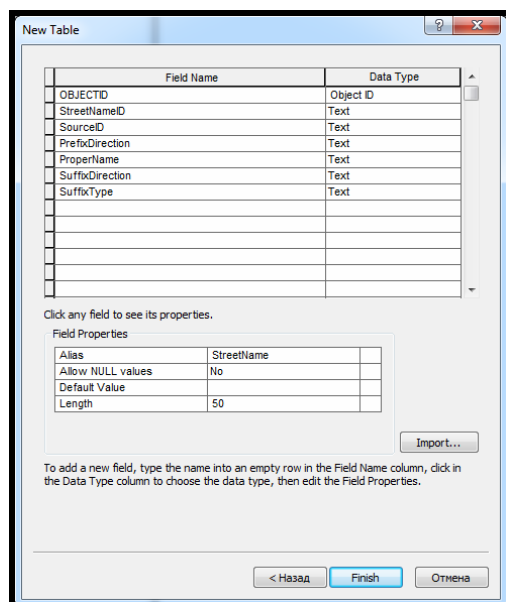


Рисунок 7.3 – Вид окна создания полей таблицы

Теперь необходимо создать вторую таблицу, но на этот раз таблица будет создана путем импорта полей из существующей таблицы.

- Создайте новую таблицу в базе геоданных **Transportation.mdb** с именем **AddressRange**.
- Нажмите **Next** (Далее) в мастере создания таблицы.
- Для добавления полей во вторую таблицу необходимо импортировать поля из таблицы, которая находится в формате **dBASE**. Для этого во втором окне мастера нажмите кнопку **Import** (Импорт).
- Укажите путь к импортируемой таблице **..\Data\Ex03\AddressRange.dbf** (рис. 7.4).
- Нажмите **Add / Finish**.

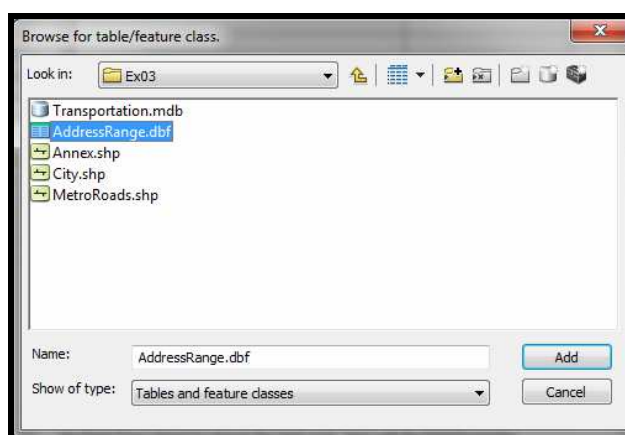


Рисунок 7.3 – Окно для импорта полей из таблицы

Поля из таблицы **dBASE** будут добавлены к таблице с именем **AddressRange** (рис. 7.4).

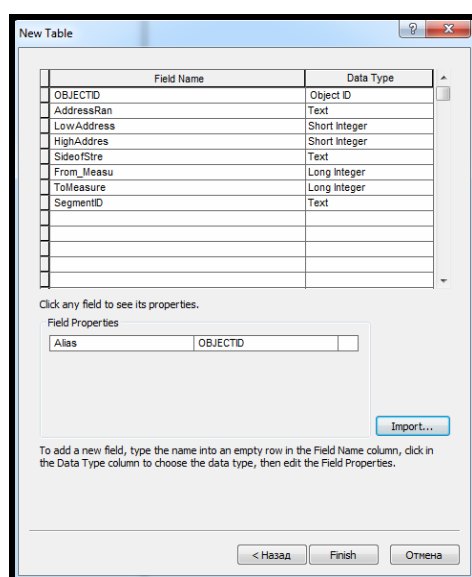


Рисунок 7.4 – Вид окна созданных путем импорта, полей таблицы

Создание класса пространственных объектов

На этом этапе необходимо создать в базе геоданных класс пространственных объектов. Это будет полигональный класс пространственных объектов, который будет моделировать содержание и техническое обслуживание дорог. Создание класса пространственных объектов похоже на создание таблиц. Отличие в том, что можно уточнить тип класса пространственного объекта (аннотация), тип геометрии (point, line или polygon), и пространственную привязку.

- Вызовите контекстное меню на БГД **Transportation.mdb** и выберите **New / Feature Class...** (Новый / Класс объектов).
- Для класса пространственных объектов необходимо указать имя и тип. В качестве имени, наберите **RoadMaintenance**.
- В выпадающем списке **Type** (Тип) выберите **Polygon Features** (*Полигональный объект*) (рис. 7.5).

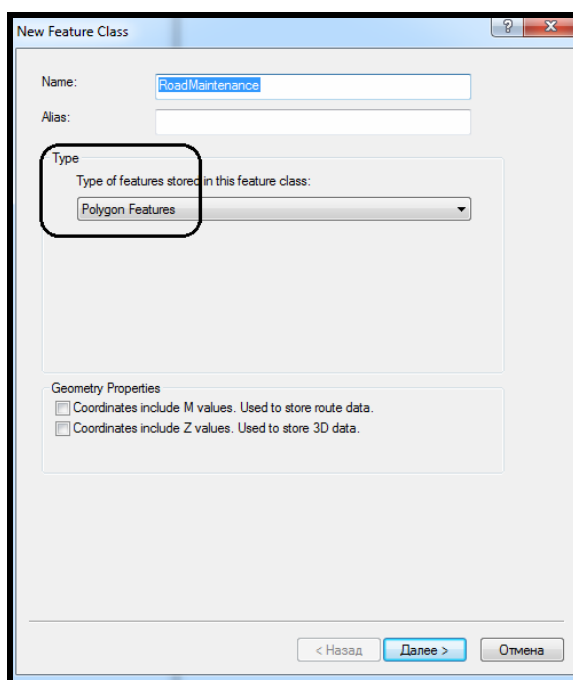


Рисунок 7.5 – Вид окна создания полигонального класса объектов

- Перейдите в следующее окно мастера, щелкнув по кнопке **Next** (Далее).
Теперь необходимо установить пространственные координаты для единственного класса пространственных объектов в БГД. Для этого необходимо импортировать пространственные координаты из шейп-файла.
- Нажмите кнопку **Import** (Импорт) в окне мастера.
Укажите путь и выберите **..\data\Ex03\MetroRoads.shp**.

- Нажмите кнопку **Add / Next / Next**.
- Теперь можно добавить новые атрибуты для класса пространственных объектов **RoadMaintenance**. Процесс добавления новых полей аналогичен добавлению полей в таблицу.

Завершите формирование класса пространственных объектов путем добавления следующих полей и их типов, приведенных ниже (рис. 7.6):

- **ConstructDate (Date).**
- **Location (Text).**
- **Description (Text).**
- **FromMeasure (Double).**
- **ToMeasure (Double).**
- **ActivityType (Short Integer).**

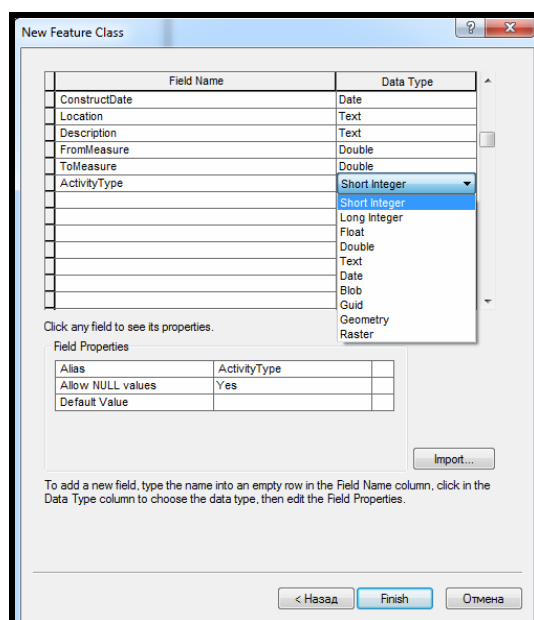


Рисунок 7.6 – Вид окна создания полей таблицы

- Нажмите кнопку **Finish** чтобы закрыть мастер создания нового класса пространственных объектов (КПО).

Новый класс пространственных объектов **RoadMaintenance** должен появиться в базе геоданных **Transportation.mdb** в **ArcCatalog**.

Создание набора классов пространственных объектов

ArcCatalog отображает набор классов пространственных объектов как контейнер для классов пространственных объектов и пространственных отношений между ними, такими отношениями могут быть сети и топологии.

- Вызовите контекстное меню на **Transportation.mdb** и выберите **New / Feature Dataset...** (Новый / Набор данных).

- Дайте имя **CityStreets**.

Пространственные координаты не известны. Необходимо импортировать пространственные координаты из шейпфайла **MetroRoads**. Процесс импорта похож на импорт пространственных координат для класса пространственных объектов, выполненный ранее.

Теперь необходимо создать полигональный класс пространственных объектов внутри уже созданного набора классов пространственных объектов, чтобы посмотреть, как пространственные характеристики набора класса пространственных объектов наследуются пространственными объектами.

- Для этого щелкните ПКМ на наборе класса пространственных объектов **CityStreets** и выберите **New / Feature Class** (Новый / Набор классов).

- Укажите имя для нового класса – **RoadInspections** и нажмите кнопку **Next**.

Поля для нового класса пространственных объектов (КПО) **RoadInspections** идентичны полям КПО **RoadMaintenance** который был создан ранее, поэтому поля необходимо импортировать и выполнить незначительные изменения.

- Для этого нажмите кнопку **Import** (Импорт).

- Укажите путь и выберите **..\data\Ex03\Transportation.mdb\ RoadMaintenance**.

- Нажмите **Add** (Добавить) (рис. 7.7).

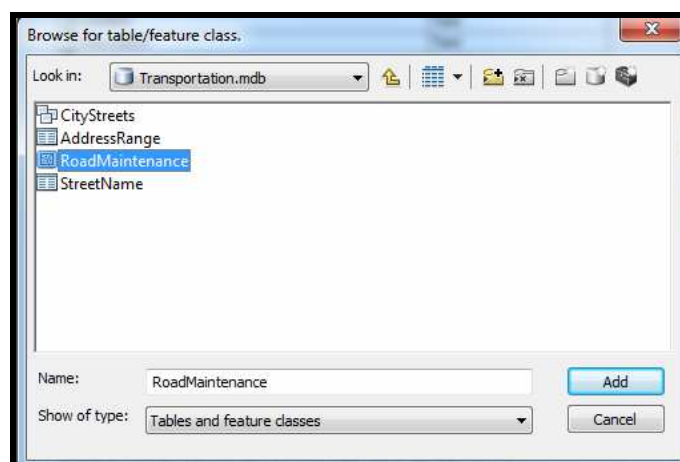


Рисунок 7.7 – Окно импорта полей для класса пространственных объектов

Поля из **RoadMaintenance** импортированы. Теперь можно внести изменения.

- Удалите поле **FromMeasure**. Для этого выделите строку **FromMeasure** и нажмите **Delete** (Удалить) на клавиатуре.
- Измените название поля **ToMeasure** на **PointMeasure**.
- Удалите поле **SHAPE_Length** из списка полей.
- Нажмите кнопку **Finish**, чтобы закрыть диалоговое окно **New Feature Class** (Новый набор классов).

Вы создали класс пространственного объекта внутри набора классов. Сейчас можно переместить КПО **RoadMaintenance** в контейнер данных – набор КПО **CityStreets**. Это возможно, потому что они имеют похожие пространственные характеристики.

- В дереве **ArcCatalog**, выберите КПО **RoadMaintenance**.
- Перетяните **RoadMaintenance** в набор КПО **CityStreets** (рис. 7.8).



Рисунок 7.8 – Перемещение класса пространственных объектов

Создание подтипов

Подтипы это набор строк в КПО или таблице, которые имеют те или иные общие значения атрибутов. Можно применять топологические правила для подтипов. Например, внутри КПО **Электрические столбы** можно создать два подтипа в зависимости от материала изготовления – столбы сделаны из дерева или из железобетона. Подтипы определяются через свойства КПО.

Теперь нужно установить подтипы для КПО **RoadMaintenance** на основе значений кодов **ActivityType**.

- Для этого вызовите окно **Properties** (Свойства) для КПО **RoadMaintenance** с помощью контекстного меню.

- Перейдите на вкладку **Subtypes** (Подтипы) в диалоговом окне **Feature Class Properties** (Свойства классов объектов).
- Первый шаг в определении подтипов – это выбор атрибута, по которому будут сгруппированы строки КПО или таблицы.
- В выпадающем списке **Subtype Field** (Подтипы полей), выберите поле **ActivityTyped**.
- Диалоговое окно по умолчанию создает автоматически подтип с кодом **0** и значением в строке описание – **New Subtype** (Новый Подтип). **New Subtype** обычно удаляется для задания своего собственного подтипа.
- Для этого выделите строку **New Subtype** (Новый Подтип) и нажмите **Delete** на клавиатуре.
- Вторым шагом при определении подтипов будет ввод кода подтипа и описание подтипа.
- В поле **Code** введите **1**, а в **Description** – **Resurfacing**.
- Третьим шагом в определении подтипа будет ввод значений для доменов атрибутов в нижней части диалогового окна. Эти значения уникальны для каждого атрибута.
- Для этого в разделе **Default Value and Domains** (Значения по умолчанию и Домены) в поле **Description** (Описание) в качестве **Default Value** (Значение по умолчанию) напечатайте **Asphalt** (рис. 7.9).

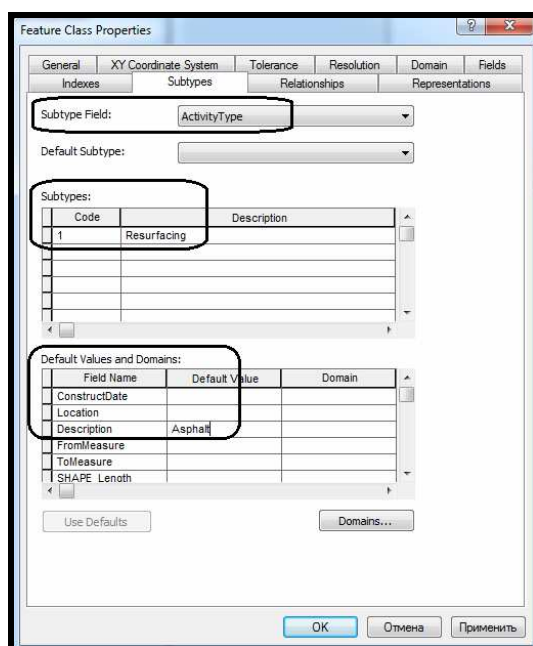


Рисунок 7.9 – Ввод значений для доменов атрибутов

- Используя приведенную ниже таблицу, заполните коды подтипов, описание подтипа и значения подтипа по умолчанию (табл. 7.1).

Таблица 7.1 – Коды подтипов, описание подтипов и значения подтипов

Subtype code	Subtype description	Description field default value
2	Onramp repairs	Guardrail replacement
3	Surface repair	Filling cracks
4	Curve redesign	Re-engineering
5	Storm drain maintenance	Trash removal

Теперь необходимо установить подтип **Resurfacing** как подтип, который выбирается по умолчанию. Подтипы по умолчанию используются ArcMap в ходе редактирования КПО. Следующие действия дают возможность заранее подготовить значения подтипов, которые нужны для обозначения всех точек по умолчанию.

- Для этого в верхней части диалогового окна выберите в выпадающем списке **Default Subtype** (Подтипы по умолчанию) значение **Resurfacing**.
- В окне **Feature Class Properties** (Свойства классов объектов). Нажмите кнопку **Apply / OK** (рис. 7.10).

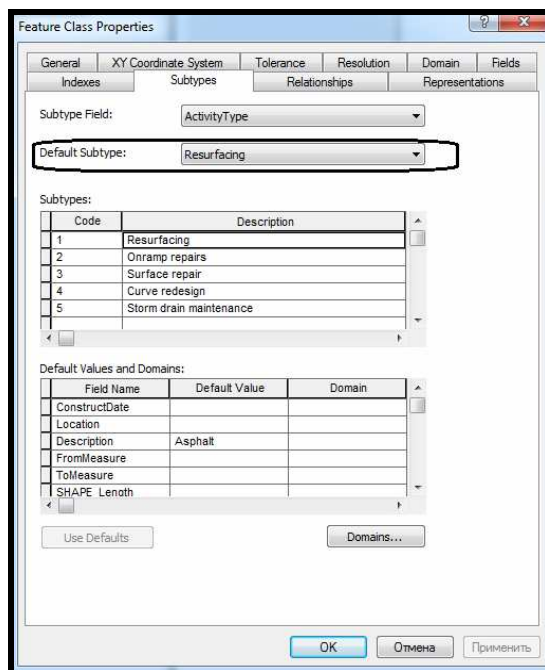


Рисунок 7.10 – Выбор подтипа по умолчанию

Свойства подтипов КПО или таблицы в дальнейшем можно редактировать. Можно убрать подтипы КПО или таблицы, добавить больше подтипов, изменить любые свойство подтипов.

Контрольные вопросы

- 1 Приведите примеры использования методов абстракций высокого уровня при проектировании БГД.
- 2 Опишите элементы базы геоданных

Задания для самостоятельного выполнения

Создать в базе геоданных **Transportation.mdb** полигональный класс пространственных объектов для моделирования автозаправочных станций. Добавить необходимые поля для учета следующих данных:

- название автозаправки;
- адрес автозаправки;
- объем хранилища топлива;
- число заправок в сутки;
- количество реализуемых нефтепродуктов.

Оформление отчета по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе должен быть выполнен на ПК и распечатан на листах формата А4. Отчет по лабораторной работе должен содержать (смотри лабораторную работу № 1). К отчету необходимо добавить файл, с выполненной работой при помощи программного продукта ArcMap.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8 УПРАВЛЕНИЕ СВЯЗНОСТЬЮ В СЕТЯХ

Цель: научиться создавать сетевые правила связности с помощью ArcCatalog, ArcMap и Case средств.

Назначение: выполнив работу, вы научитесь создавать сетевые правила связности в базе геоданных.

Ключевые слова

Правила связности, связи-исключения, проверка правил связности, подтипы классов, наборы классов, значение по умолчанию.

Теоретические сведения

ArcCatalog в данной работе используется для того, чтобы установить правила связности, которые определяют, какие сетевые характеристики могут быть подключены к другим сетевым характеристикам. Также Вы используете ArcMap, чтобы добавлять новые сетевые характеристики и подтверждать связи.

Окончания в сети всегда подключены к другим окончаниям через соединения. Вы можете использовать ArcCatalog, чтобы устанавливать правила, которые определяют связи между характеристиками. Например, клапан размером 2 дюйма можно подключить только к 2 дюймовым газовым магистралям. При этом правила связности не запрещают делать связи-исключения, но они помогают быстро находить эти исключения. По умолчанию, сети можно подключить к другим сетям. Если необходимо задать правила связности, вы должны определить правильные характеристики.

Правила связности обычно устанавливаются между подтипами. Поэтому перед тем, как устанавливать правила связности, необходимо определить подтипы для всех классов, которые участвуют в сети и их характеристики.

Ход работы

Установка сетевых правил связности

Запустите **ArcCatalog** двойным щелчком по ярлыку на Рабочем столе или вызвав его из меню программ.

- Откройте вашу персональную базу геоданных, которая находится в папке **C:\...\Bld2\NetworkData\Results\Ex4\Shorewood**
- Раскройте ветвь для класса пространственных объектов **NaturalGas**. Вызовите контекстное меню на топологии **GasNetwork**.
- Щелкните правой кнопкой мыши по **GasNetwork**, выберите **Properties** (Свойства) (рис. 8.1).

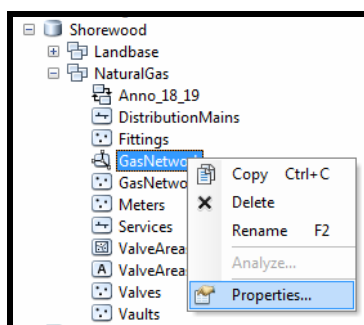


Рисунок 8.1 – Свойства для топологии GasNetwork

- Откройте таблицу **Connectivity** (Связности).

Есть два типа правил связности: **Edge-to-Junction** (Край-Соединение) и **Edge-to-Edge** (Соединение-Соединение).

Правило **Edge-to-Junction** определяет все типы соединений, которые могут подключить к окончанию сети, а также сколько соединений каждого типа могут быть связаны.

Правило **Edge-to-Edge** на самом деле является правилом **Edge-Junction-Edge**, поскольку края могут подключаться только посредством соединений. Преимущество правил **Edge-to-Edge** заключается в том, что оно автоматически создает соединение правильного типа на данном этапе связи. То есть, если добавить линию коммуникации и изменить одно окончание сети на основной линии коммуникации, будет автоматически создано правило. Возможно, многочисленные типы соединений могут быть использованы, чтобы соединять окончания сетей вместе. В этом случае можно выбрать один из типов соединений как встроенный.

- В открывшемся окне **Geometric Network Properties** (Геометрические свойства сети) в разделе **Connectivity rules for (feature class)** (Правила подключения) в выпадающем списке выберите **Fittings**.
- В разделе **Subtypes in this feature class** (Подтипы в классе функций) выберите подтип **2" x 1" Tapping Tee**.
- В разделе **Subtypes in the Network** (Подтипы в сети) выберите подтип **Services/1" PE** (рис. 8.2).
- Нажмите кнопку **Apply** (Применить).

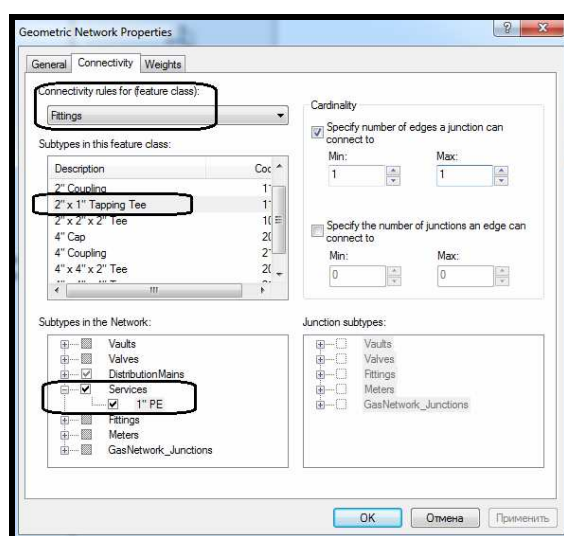


Рисунок 8.2 – Вид окна созданных правил связности для запорной арматуры

Таким образом, вы установили правила связности, оговаривающие, что запорную арматуру можно подключить к 1" линии врезки. Вы могли бы остановиться на этом шаге, но правила должны позволить линиям врезки с размером 1" подключиться к запорной арматуре. Для этого необходимо.

- В разделе **Subtypes in the Network** (Подтипы в сети), в характеристике **DistributionMains** (Распределительные сети) поставьте флажок на **2" PE**.
- В разделе **Cardinality** (Количество элементов), поставьте флажок **Specify number of edges a junction can connect to** (Укажите количество ребер в подключаемом соединении) для **Max** введите 1, для **Min** – 1.
- В разделе **Cardinality** (Количество элементов), поставьте флажок **Specify the number of edges an edge can connect to** (Укажите количество подключаемых ребер) для **Max** введите 2", для **Min** – 2".
- Нажмите кнопку **OK** (рис. 8.3).

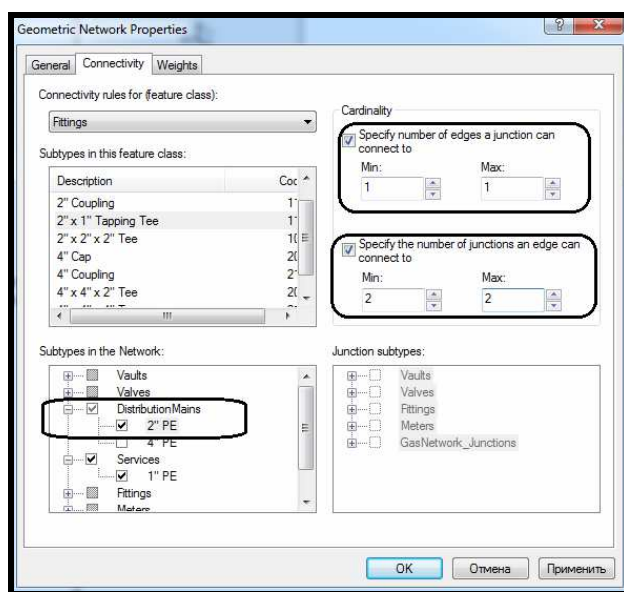


Рисунок 8.3 – Вид окна созданных правил связности для линий врезки

Остальные правила для соединений в сети указаны ниже. Используя тот же метод, по аналогии установите следующие правила.

МОНТАЖ

- В окне свойств сети в разделе **Connectivity rules for (feature class)** (Правила подключения) выберите соединение **2" Cap** и подключите его с **1 Min** и **1 Max** к соединениям сети **2"** и **PE DistributionMain**.

- Тройник Tee 2" x 2" x 2" подключается к 3 Min и 3 Max соединениям сети 2" PE DistributionMains (рис. 8.4).

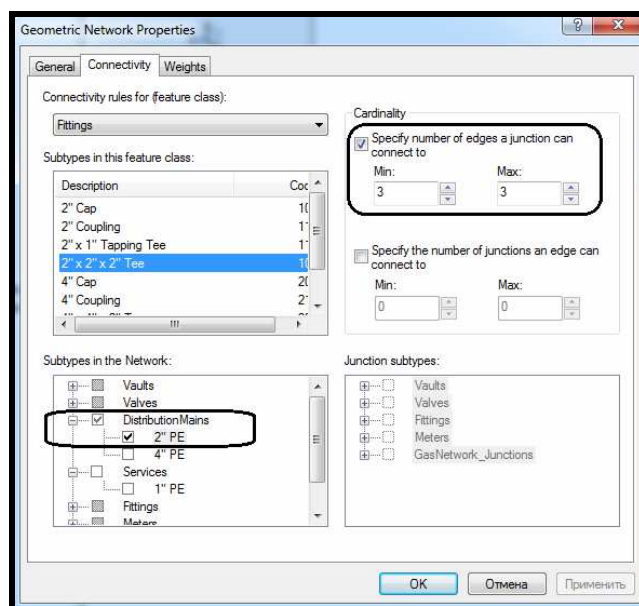


Рисунок 8.4 – Вид окна созданных правил связности для монтажа

ОТВОДЫ

- В окне свойств сети в разделе **Connectivity rules for (feature class)** (Правила подключения) выберите подтип класса **Vaults** и соедините его между 0 Min и 2 Max и 2" PE DistributionMains (рис. 8.5).

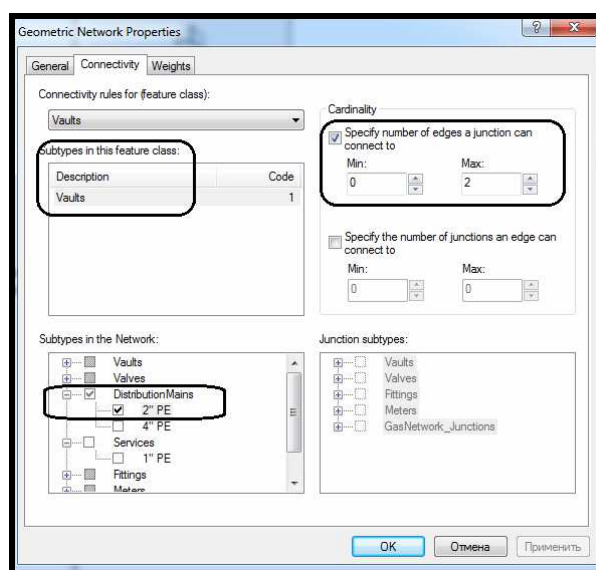


Рисунок 8.5 – Вид окна созданных правил связности для отводов

КЛАПАНЫ

- В окне свойств сети в разделе **Connectivity rules for (feature class)** (Правила подключения) выберите подтип класса **Valves 2" PE** и подключите его к **2 Min** и **2 Max** и **2" PE DistributionMains** (рис. 8.6).

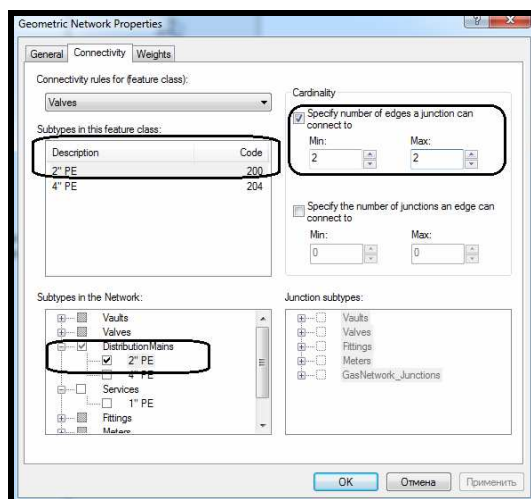


Рисунок 8.6 – Вид окна созданных правил связности для клапанов

СЧЕТЧИКИ

- В окне свойств сети в разделе **Connectivity rules for (feature class)** выберите **Services**.
- В разделе **Subtypes in the Network**, раскройте ветвь для **Meters**.
- Счетчик **RES** подключите к **1" Services PE**.
- Счетчик **COM** подключите к **1" Services PE** (рис. 8.7).
- Нажмите на кнопку **Apply**.

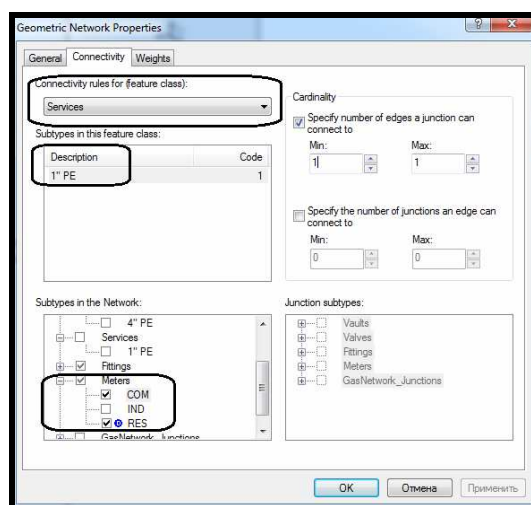


Рисунок 8.7 – Вид окна созданных правил связности для счетчиков

Обратите внимание, что установка связности довольно трудоемким процесс. Вам придется разрабатывать и создавать большое количество правил.

Установка по умолчанию соединений окончаний сетей

В случае если в правилах связности сети есть строка **Services** (Сервисы), один конец соединения подключен к основной сети, а другой подключен к узлу. Теперь Вам необходимо установить сетевые правила связности, которые создают узел в конце новой сети, если другое соединение не определено. Для этого необходимо.

- В окне свойств сети в разделе **Connectivity rules for (feature class)** (Правила подключения) выберите **Services** (Сервисы).
- В разделе **Subtypes in the Network** (Подтипы в сети), раскройте ветвь для **Meters**.
- С помощью контекстного меню на счетчике **RES** выберите команду **Set as Default** (Установить по умолчанию), сделав его выбираемым по умолчанию.

Теперь, когда создается новое соединение, конец линии сети который не имеет соединения, автоматически получит счетчик **RES**. Вам также нужно установить правила для свободного окончания 2" магистрали. Магистраль должна иметь заглушку в конце, если она не соединена с другой частью трубопровода. Для этого необходимо.

- В разделе **Connectivity rules for (feature class)** (Правила подключения), выберите **DistributionMains** (Распределительные сети).
- В разделе **Subtypes in this feature class** (Подтипы в классе функций), выберите **2" PE**.
- В разделе **Subtypes in the Network** (Подтипы в сети), раскройте ветвь для **Fittings** (Арматура).
- С помощью контекстного меню на **2" Cap** выберите **Set as Default** (Установить по умолчанию).
- Нажмите кнопку **Apply** (Применить).

Вы завершили создание необходимых правил для **Edge-Junction**. Теперь можно создавать правила для **Edge-Edge**.

Ранее были определены правила, позволяющие подсоединять концы трубопроводов. Теперь необходимо создать правила, оговаривающие как два трубопровода соединяются.

Для этого в окне свойств сети в разделе **Junction** (Соединения) выберите тип соединения, которое может соединить два конца. Если есть несколько типов соединений, которые можно было бы использовать, выберите все, но сделайте используемым по умолчанию то соединение, которое наиболее предпочтительно.

Графический символ справа показывает правила для соединения двух трубопроводов **2" PE** магистрали вместе. **2" PE** можно подключить к **2" PE** через **2" x 2" x 2" Tee** или **2" Coupling**. Но **2" x 2" x 2" Tee** более предпочтительно (рис. 8.8).

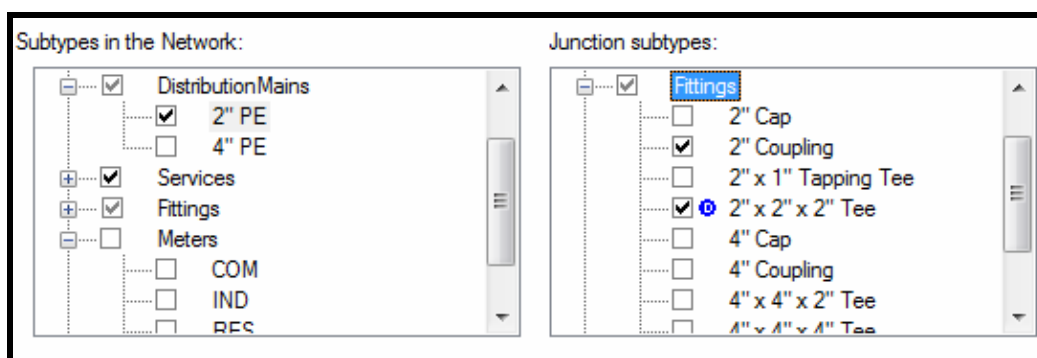


Рисунок 8.8 – Правила, ограничивающие соединения трубопроводов

Чтобы завершать этот этап, Вы установите правила **Edge-to-Edge** для случаев, когда трубопровод подключают к магистрали (через **2" x 1" Tapping Tee**) и когда магистраль подключается к магистрали (через **2" x 2" x 2" Tee**). Эти правила создадут соединения в сети, которые будут созданы автоматически, когда будут соединяться трубопроводы друг с другом. Для этого необходимо.

- В окне свойств сети в разделе **Connectivity rules for (feature class)** (Правила подключения), выберите **DistributionMains** (Распределительные сети).
- В разделе **Subtypes in this feature class** (Подтипы в классе функций), выберите **2" PE**.
- В разделе **Subtypes in the Network** (Подтипы в сети), выберите **DistributionMains** (Распределительные сети).
- Разверните ветвь для **DistributionMains** (Распределительные сети) выберите **2" PE**.
- В разделе **Junction subtypes** (Подтипы распределения), разверните ветвь для **Fittings** (Арматура).

- Выберите фитинг **2" Coupling**, а фитинг **2" x 2" x 2" Tee** сделайте используемым по умолчанию (**Set as Default**) (рис. 8.9).

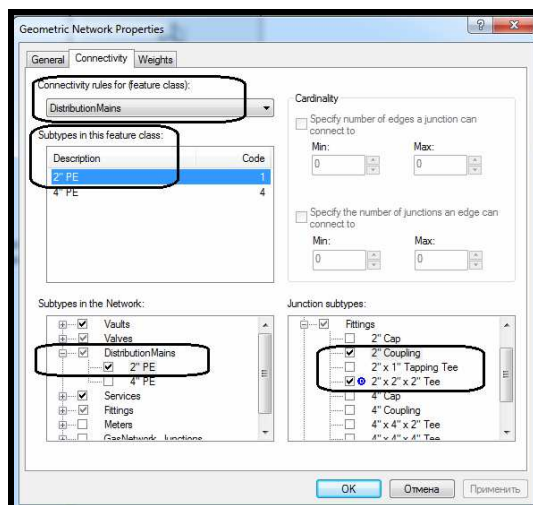


Рисунок 8.9 – Вид окна с правилами, ограничивающими подключение трубопровода

- Щелкните по кнопке **ОК**.

Вы установили минимальное количество правил для вашей сети. Необходимо не только разрабатывать и устанавливать правила, но и тестировать их. На это идет немало времени. Но есть другие методы установки правил связности – не используя GUI интерфейс пользователя, а используя инструментальные средства CASE.

Характеристики загрузки в класс узлов

Обратите внимание, что при создании сети для класса **Gas Network Junctions** были недоступны любые характеристики. Все данные хранились в отдельном **shapefiles** для использования в БГД. Их необходимо переместить в базу. Поскольку для этих целей используется **Объектный Загрузчик** в **ArcMap**. **ArcCatalog** не предназначен работать со сложными структурами, как например, сети. Для этого необходимо.

- Запустите **ArcMap** двойным щелчком по ярлыку на Рабочем столе или вызвав его из меню программ.
- Откройте файл **GasUtility.mxd**, который находится в папке **C:\...\Bld2\NetworkData**.

- Для дальнейшей работы необходимо добавить команду **Load Objects** (Подгрузить объекты) к панели инструментов **Editor**. Для этого необходимо.
- В меню **Customize** (Настройка) выберите **Toolbars/Customize...** перейдите на вкладку **Commands** (Команды).
- В списке **Categories** (Категории), выберите **Data Converters** (Конвертировать данные). В списке команд выберите **Load Objects** (рис. 8.10).

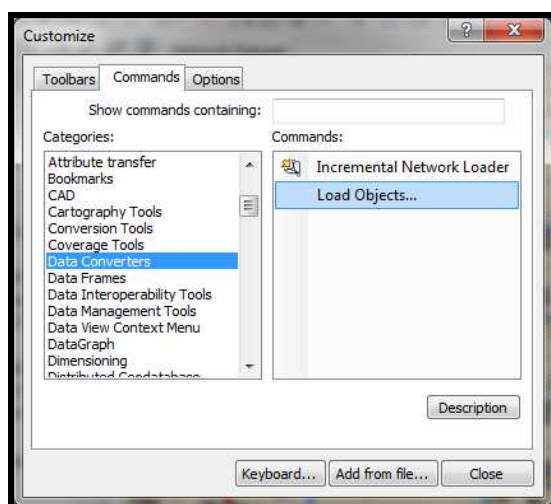


Рисунок 8.10 – Вид окна выбора команды

- Щелчком-протяжкой ЛКМ перетащите команду **Load Objects** (Подгрузить объекты) на панель инструментов.
- Закройте диалог **Customize** (Настройка).
- Запустите сеанс редактирования файла, выбрав команду **Start Editor** (Начать редактирование) в выпадающем списке **Editor** (Редактирование) на одноименной панели (рис. 8.11).



Рисунок 8.11 – Перевод файла в режим редактирования

- Щелкните по кнопке **Load Objects** (Подгрузить объекты).
- Используя кнопку **Browse** добавьте **ServiceMeters.shp** из **C:\...\Bld2\NetworkData** (рис. 8.12).
- **NetworkData\Results\Ex4\Shorewood.**

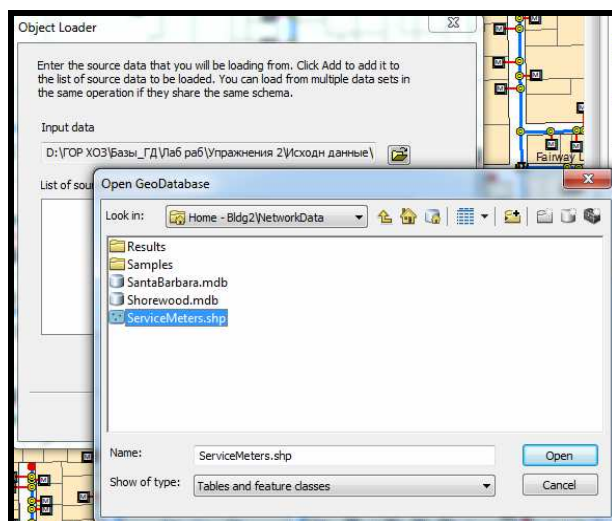


Рисунок 8.12 – Вид окна для добавления файла

- Щелкните по кнопке **Add** (Добавить), чтобы добавить этот файл раздел **List of source data to load** (Список исходных данных для загрузки).
- Щелкните по кнопке **Next** (Далее).
- На следующем шаге мастера в выпадающем списке **Target** (Цель) выберите **Meters**.
- Щелкните по кнопке **Next** (Далее).
- В следующем окне мастера необходимо сопоставить поля в областях **Target Field** (Целевое поле) и **Matching Source Field** (Поле-источник) (рис. 8.13).

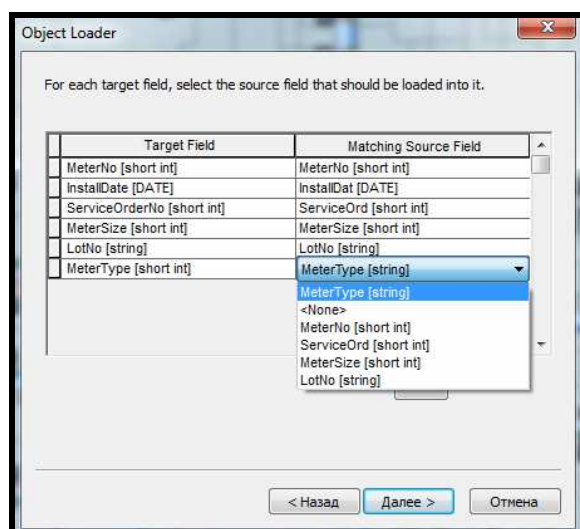


Рисунок 8.13 – Сопоставление полей

- После выбора соответствующих исходных областей, щелкните **Next**.
- В следующем окне мастера выберите опцию **Load all of the source data** (Загрузите все исходные данные) и снова щелкните по кнопке **Next** (Далее). Если вы хотите загрузить все исходные данные.
- В следующем окне мастера установите опции как показано на рисунке 8.14.

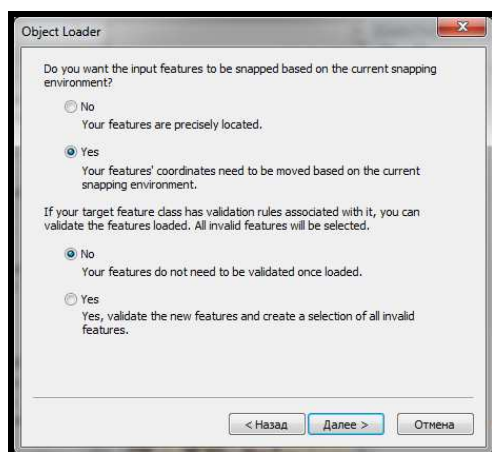


Рисунок 8.14 – Создание базы геоданных

- Щелкните по кнопке **Next** (Далее).
- Просмотрите итоговые данные и нажмите кнопку **Finish** (Готово).
Объектному загрузчику понадобится несколько минут, чтобы загрузить характеристики в базу данных. Как только процесс будет завершен, счетчики отобразятся на вашей карте.

Проверка правил связности

Теперь можно проверить сетевые характеристики правил связности, которые были созданы ранее.

- Выберите все слои на представленной схеме трубопроводов, кроме **Parcels** и **RightOfWay**.



- Используя команду **Edit** на панели **Editor** (Редактирование), выберите все сетевые характеристики.
- В выпадающем списке **Editor** выберите команду **Validate Features** (Проверка).
- Щелкните **ОК**, чтобы закончить диалог (рис. 8.16).

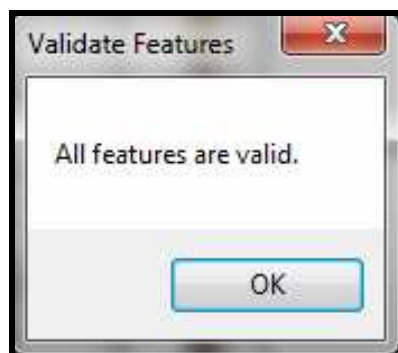


Рисунок 8.16 – Окно проверки на ошибки правил связности

В случае, если есть связности, нарушающие правила – то есть ошибки, появится сообщение о количестве неправильных характеристик.

- Отмените выбранные сетевые характеристики выбрав в меню **Selection** (Выбор) команду **Clear Selected Features** (Очистить выбранные объекты).
- Выберите одну связность, не подходящую под созданные правила, используя средство **Edit**.
- В выпадающем списке **Editor** (Редактирование) выберите команду **Validate Features** (Проверка). Появится сообщение об ошибках (рис. 8.17).

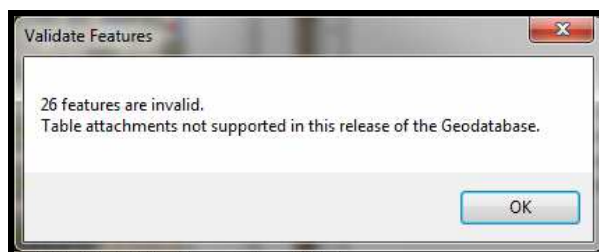


Рисунок 8.17 – Окно с сообщением об ошибках

- После нажатия кнопки **ОК**, появится окно с пояснениями, какие правила были нарушены (рис. 8.18).

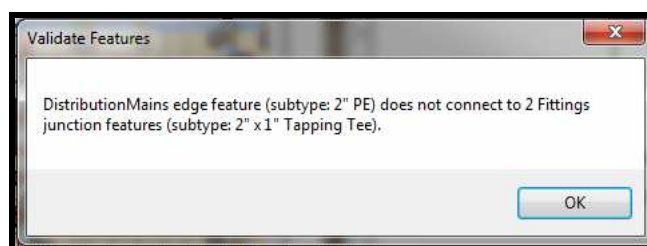



Рисунок 8.18 – Окно с пояснением ошибок

Эта ошибка показывает, что техники установили **2" x 1" Tapping Tees** вместо **2" x 2" x 2" Tees**.

- Щелкните **ОК**, чтобы закрыть диалог.
- Выберите неправильные соединения используя средство **Edit**.
- Нажмите на кнопку **Attributes** (Атрибуты)  (панель **Editors**).
- Выберите имя класса – **Fittings**. Справа в диалоговом окне в области **Value** выберите тип **FittingType 2" x 2" x 2" Tee**. Выбирая имя класса вместо индивидуальной характеристики, можно изменить величину для всех выбранных характеристик (рис. 8.19).

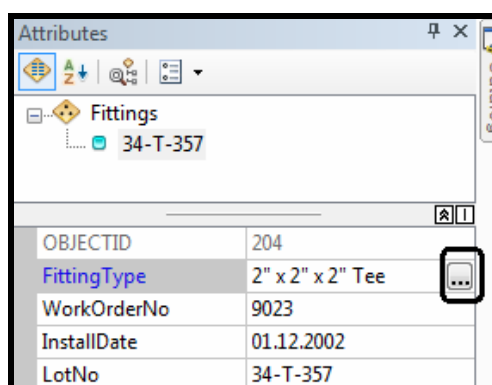


Рисунок 8.19 – Изменение свойств класса

- Закройте окно **Attributes** (Атрибуты).
- Снимите выделение. Обратите внимание, как изменились символы соединений (рис. 8.20). Теперь необходимо проверить эффективность вашего редактирования.



Рисунок 8.20 – Новые символы соединений в сети

- Используя средство **Edit**, выберите все сетевые характеристики.
- Примените команду **Editor / Validate Features**. Все характеристики должны быть правильны.

Использование правил связности в ArcMap

Связность управляет не только подсказкой, с помощью которой находят неправильные связи, она также ускоряет процесс создания новых характеристик сети. Вы будете использовать ArcMap, чтобы добавлять больше характеристик к вашей сети и соблюдать как правила, так и параметры, установленные по умолчанию, что делает редактирование более эффективным.

- Из меню **Bookmarks** (Закладки) выберите закладку **Services** (Сервисы).
- Откройте панель **Snapping** (Привязки). Для этого выберите **Editor / Snapping / Snapping Toolbar** (Редактирование / Привязки / панель привязок).
- Активизируйте привязку **Edge** (Ребро) (рис. 8.20).

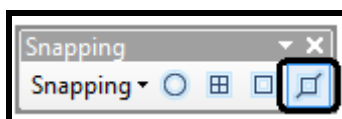



Рисунок 8.20 – Привязка к ребрам сети

- На панели **Edit** выберите команду **Create Features** (Создание соединений) . В списке выберите класс **Services** (Сервисы).
- Используя команду **Line** (Линия) добавьте новое соединение (рис. 8.21).

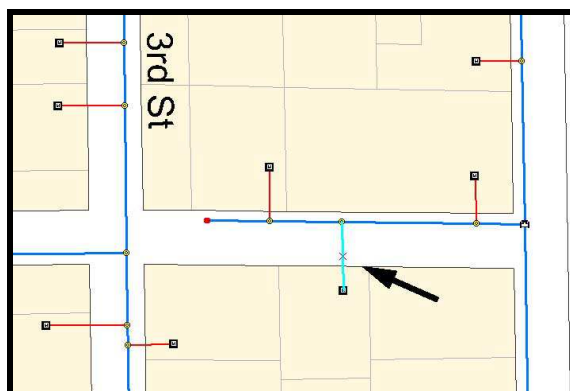


Рисунок 8.21 – Создание нового соединения

- Протестируйте только что созданное соединение. Результат тестирования скорее всего будет следующий – **All Features are invalid** (Все соединения ошибочны).
- Сохраните ваше редактирование.
- Выйдите из **ArcMap**, сохранив изменения в вашем документе.

Задания для самостоятельного выполнения

Создать в базе геоданных **Shorewood.mdb** следующие правила связности:

- Соединение **2" PE Distribution Main** через **2" PE Valve** и через **Vault**.
- Соединение **2" PE Distribution Main** через **1" PE Service** и через **Fittgs 2" x 1" Tapping Tee**. Установите это соединение используемым по умолчанию.

Проверьте правила связности для следующих объектов сети трубопроводов:

- Создайте несколько новых фитингов любого вида и проверьте для них правила связности.
- Создайте несколько новых счетчиков **СOM** и проверьте для них правила связности.

Оформление отчета по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе должен быть выполнен на ПК и распечатан на листах формата А4. Отчет по лабораторной работе должен содержать (смотри лабораторную работу № 1). К отчету необходимо добавить файл, с выполненной работой при помощи программного продукта ArcMap.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9 СОЗДАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЯЗЕЙ

Цель: научиться создавать и использовать связи объектов с помощью ArcCatalog и ArcMap.

Назначение: выполнив работу, вы научитесь создавать связи между объектами и использовать их при решении практических задач.

Ключевые слова

Пространственный класс объектов, простой класс связи, сложный класс связи, типы класса связей, правила связности.

Теоретические сведения

Отношения управляют связями между объектами в одной таблице и объектами в другой. Создание классов отношений между таблицами в базе геоданных может помочь в обслуживании ссылочной целостности, позволяет более эффективно редактировать связанные таблицы, а также дает возможность совершать запросы к связанным таблицам.

Как объекты хранятся в классе объектов, а непространственные строки хранятся в таблицах, так и отношения хранятся и управляются в классах отношений.

Посредством общего поля, получившего название ключевого, вы можете связывать записи одной таблицы с записями в другой таблице. Например, вы можете связать таблицу с информацией о собственниках участков со слоем этих участков, поскольку у них имеется общее поле идентификации участка. Создать эти ассоциации можно различными способами, включая временное объединение или связывание таблиц на карте или создание классов отношений в базе геоданных, что позволяет получить постоянные ассоциации. Соединения также могут зависеть от пространственного местоположения.

Допустим вы – специалист ГИС и работаете в офисе городского финансового инспектора. Город перенес свои данные в базу геоданных, чтобы воспользоваться всеми преимуществами ее расширенных функциональных возможностей. Ваше текущее задание состоит в том, чтобы проверить структуры данных на возможность их использования в классах связей. Как только это задание будет выполнено, фининспектор и клерки смогут начать использовать базу данных.

Ход работы

Создание простого класса связей (RELATIONSHIP CLASS)

Необходимо создать класс связей между классом свойств **Parcel** (Участок) и таблицей **ZoneCodeDesc** (Описание зоны). Класс свойств (feature class) **Parcel** содержит только коды для значений атрибутов зонирования. Не все пользователи, получающие доступ к базе данных, будут знать, что означают коды, поэтому вы создадите класс связей, который свяжет коды в классе **Parcel** с таблицей, содержащей описание каждого кода. Это эквивалентно табличному поиску. Для этого необходимо выполнить следующее.

- Запустите **ArcCatalog** двойным щелчком по ярлыку на Рабочем столе или вызвав его из меню программ.
- Откройте базу геоданных, которая находится в папке **C:\...\Data\Ex06 \ Lakewood.mdb**.
- Просмотрите свойства для участков и таблицы, уделяя особое внимание полям атрибутов.

- Для создания нового отношения вызовите контекстное меню на **Lakewood.mdb** и выберите команду **New / Relationship Class** (Новый / Класс отношений).
 - Исходные данные для заполнения этого диалогового окна представлены на рисунке 9.1.
 - Щелкните **Finish** (Готово).
- Схема, представленная на рисунке 9.2 представляет собой простой класс связей **ZoneCodeToParcel**, который вы создали.

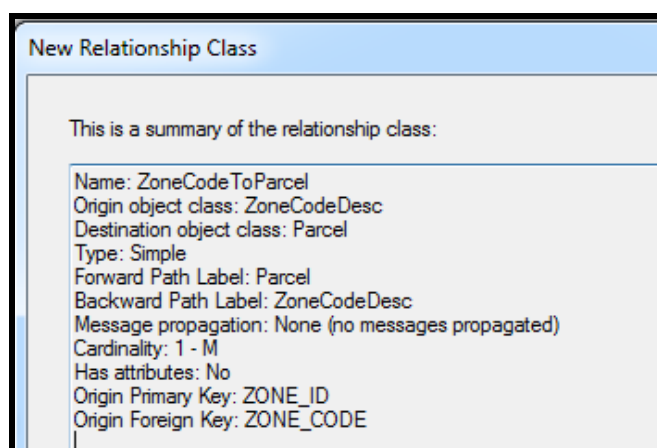


Рисунок 9.1 – Исходные данные для отношения

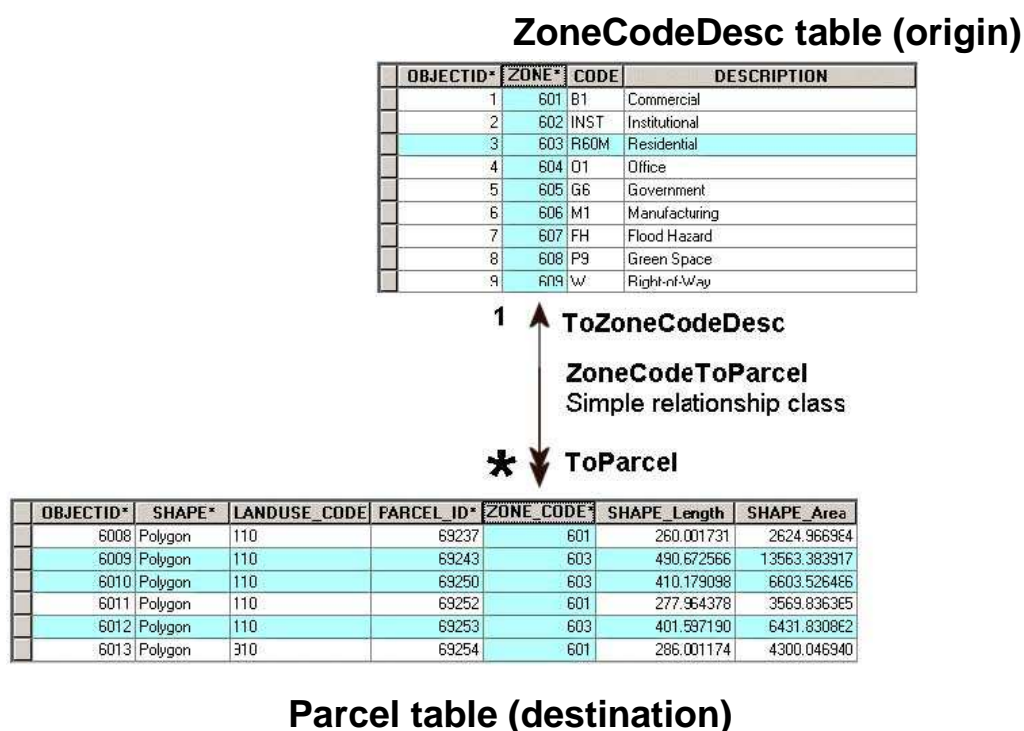


Рисунок 9.2 – Связь между таблицами

Создание сложного класса связей

Теперь создадим связь между классом свойств **Parcel** (Участок) и классом свойств **Building** (Здания). Это будет сложный класс связей, где должна быть обеспечена целостность ссылок. Когда удаляется объект в исходном (родительском) классе свойств или таблице, то удаляются и связанные с ним объекты в целевом (дочернем) классе свойств или таблице, что называется каскадным удалением (**cascade delete**).

ПРИМЕЧАНИЕ. Если удалить земельный участок, то здания, расположенные на нем, также будут удалены.

Дополнительные действия, как-то передвижение объектов (**move to follow**) и вращение объектов (**rotate to follow**) также могут быть выполнены.

ПРИМЕЧАНИЕ. При перемещении земельного участка расположенные на нем здания также сдвинутся.

Это означает, важность правильного выбора исходной и целевой таблицы в этом классе связей.

Использование мастера ArcCatalog для создания класса связей

- Для создания нового отношения вызовите контекстное меню на наборе данных **Landbase** и выберите команду **New / Relationship Class** (Новый / Класс отношений).
- Исходные данные для заполнения этого диалогового окна представлены на рисунке 9.3.

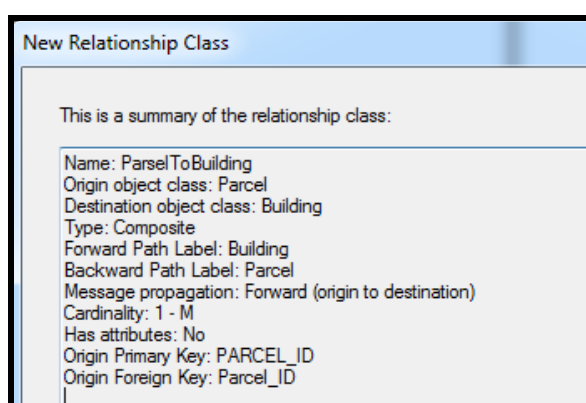


Рисунок 9.3 – Исходные данные для создания класса связей

Схема, представленная на рисунке 9.4 представляет собой сложный класс связей **ParcelToBuilding** (Участок – Здания), который вы создали.

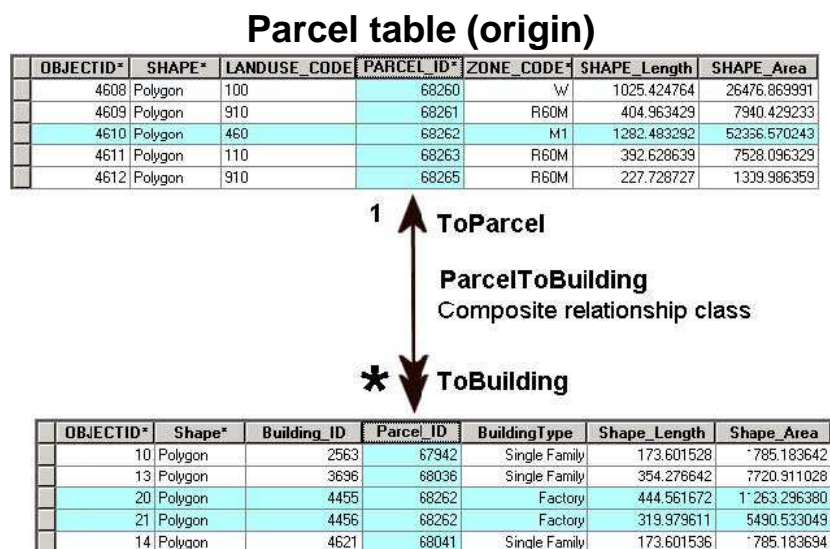


Рисунок 9.4 – Сложная связь между таблицами

Оба созданных класса связей появились в дереве каталога программы **ArcCatalog**. Обратите внимание, что связь **ZoneCodeToParcel** (Код Зоны – Участок) хранится в ветви файла **Lakewood.mdb**, в то время, как класс связей **ParcelToBuilding** (Участок – Здания) находится в ветви набора данных – свойства **Landbase**. Класс связей содержит таблицу исходных или целевых объектов, которая создается как база данных, потому что таблицы не хранятся внутри набора данных. Класс связей **ParcelToBuilding** (Участок – Здания) может быть создан также и как база данных, но тогда он будет храниться внутри набора данных – свойства **Landbase**.

Создание правил класса связей

Чтобы обеспечить свойственные районированию ограничения для зданий и земельных участков, необходимо создать нормы для подтипов каждого класса. Есть возможность найти любую несоответствующую связь между зданиями и земельными участками с помощью инструмента проверки достоверности, который находится в **ArcMap**. Такая связь обеспечит то, что каждое здание будет связано с земельным участком надлежащего типа (согласно районированию). Например, завод не может быть построен в жилом районе. Чтобы выполнить данное действие, необходимо будет создать правила для связей между подтипами класса **Parcel** (Участок) и подтипами класса **Building** (Здания). **ArcCatalog** не позволит вам установить правила для класса связей во время просмотра данных в базе геоданных, открытой в **ArcMap**. В этой ситуации **ArcCatalog** не отобразит

никаких ошибок, но это заблокирует части диалогового окна **Свойства** и не будет возможности внести изменения. Прежде чем вносить изменения в правила класса связей, необходимо закрыть **ArcMap**, чтобы разблокировать базу геоданных.

Так как класс связей **ParcelToBuilding** (Участок – Здания) – это связь **один-ко-многим**, то правила должны указать **ArcGIS** сколько именно зданий каждого типа связано с каждым типом земельных участков. Для этого необходимо выполнить следующее.

- Щелкните правой кнопкой мыши на классе связей **ParcelToBuilding** (Участок – Здания) и выберите **Properties** (Свойства).
- Перейдите на вкладку **Rules** (Правила).
- В разделе свойств подтипов **Origin Table / Feature Class subtypes** (Исходная таблица / Класс подтипов) выберите подтип **B1**.
- Для целевого раздела свойств подтипов **Destination Table/Feature Class subtypes** (Целевая таблица / Класс подтипов) выберите **Office**.
- Затем поставьте флажок в окне **Specify the range of associated destination objects** (Укажите диапазон связанных объектов назначения), чтобы была активна панель **Отношение элементов связи**.
- Установите в отношении элементов связи целевой таблицы **Destination Cardinality** Max: 2; Min: 0 (рис. 9.5).

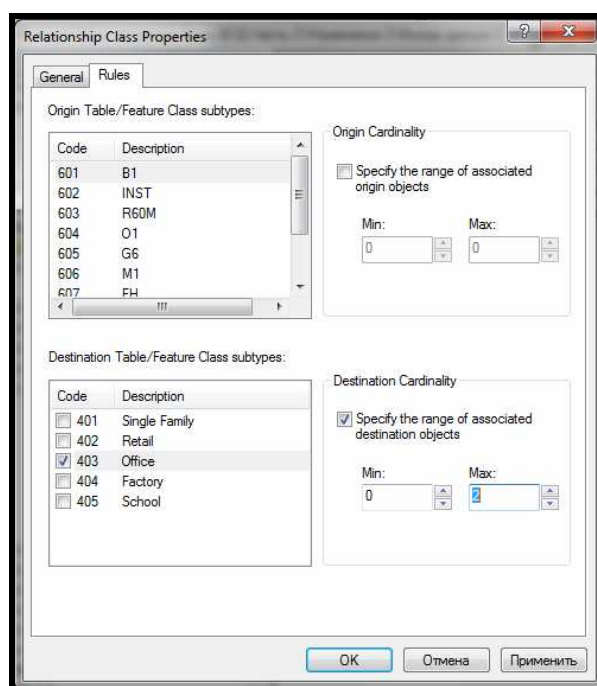


Рисунок 9.5 – Окно свойств связи **ParcelToBuilding**

- Нажмите на кнопку **Apply** (Применить).

Установленное правило связности говорит, что на каждом земельном участке с типом района **B1 (Commercial)**, может быть расположено от 0 до 2 офисных зданий, связанных с ним.

Повторите все шаги, указанные выше, чтобы создать остальные правила связности, в соответствии с таблицей 9.1. Чтобы было активно окно элементов связи целевой таблицы (**Destination Cardinality**), необходимо выделить элемент в окне **Feature Class subtypes**.

Таблица 9.1 – Правила связности

Parcel subtype	Building subtype	Destination Cardinality
INST	School	0..1
R60M	Single Family	0..1
O1	Office	0..4
G6	Office	0..2
M1	Factory	0..2
B1	Retail	0..5

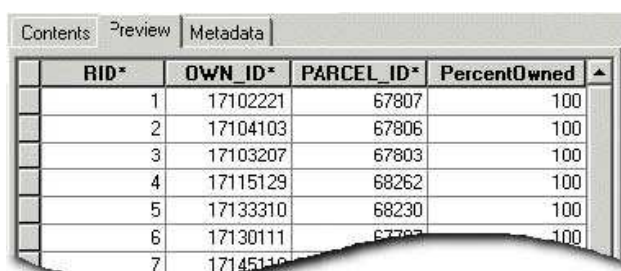
- Нажмите на кнопку **OK** после того, как введете последнее правило.

Создание класса связей многие-ко-многим

Класс связей **многие-ко-многим** уже был создан в базе данных **Lakewood**. Класс связей **OwnerToParcel** (Владелец – Участок) создает связь между таблицей **Собственники (Owner)**, которая содержит список собственников земли с адресами, и классом свойств **Parcel**, который содержит всю информацию о земельных участках для городской финансовой инспекции. Это класс связей **многие-ко-многим** (много собственников могут владеть многими земельными участками). Класс связей с отношением элементов **многие-ко-многим** выделен в отдельную таблицу в базе данных. Эта таблица содержит внешние ключи для исходного класса свойств, а также внешние ключи для целевого класса свойств.

Просмотрите класс связей **ZoneCodeToParcel** (Код зоны – Участок), который создали ранее. Класс связей **ZoneCodeToParcel** имеет отношение между элементами **один-ко-многим**. Таблица промежуточных ключей создается автоматически только для классов связей с отношением элементов **многие-ко-многим**, поэтому Вы не увидите такую таблицу для класса связей **ZoneCodeToParcel**. Класс связей **OwnerToParcel**

(Владелец – Участок) представлен на рисунке 9.6.



RID*	OWN_ID*	PARCEL_ID*	PercentOwned
1	17102221	67807	100
2	17104103	67806	100
3	17103207	67803	100
4	17115129	68262	100
5	17133310	68230	100
6	17130111	67787	100
7	17145110		

Рисунок 9.6 – Класс связей **OwnerToParcel**

При создании класса связей были созданы два промежуточных ключевых поля **OWN_ID** и **PARCEL_ID**. Атрибут, определяемый пользователем, **PercentOwned** (Процент собственности) был добавлен к таблице, чтобы поместить туда информацию о процентном соотношении собственности между различными собственниками и земельными участками.

Поле **Процент Собственности** и два ключевых поля видны в таблице, если просматривать класс связи в **ArcCatalog** или работать с таблицами **OWNER** (Собственник) или **PARCEL** (Земельный участок) в **ArcMap**. Однако, это не настоящая таблица, как например таблица **OWNER** (Собственник). Эта таблица имеет очень ограниченные возможности редактирования. Только атрибут, определяемый пользователем, может быть отредактирован напрямую. Для того чтобы просмотреть свойства классов связи выполните следующее.

- Щелкните правой кнопкой на класс связи **ZoneCodeToParcel** (Код зоны – Участок) и выберите команду **Properties** (Свойства).
- Просмотрите информацию на вкладке **General** (Общие).
- Закройте диалоговое окно **Properties** (Свойства).
- Щелкните правой кнопкой на класс связи **OwnerToParcel** (Владелец – Участок) и выберите команду **Properties** (Свойства).
- Просмотрите информацию на вкладке **General** (Общие).
- Закройте диалоговое окно **Properties** (Свойства).

Работа с простым классом связей в ARCMAP

Сейчас у вас есть три класса связей, необходимых для финансовой инспекции. Два из них – **ZoneCodeToParcel** (Код зоны – Участок) и **ParcelToBuilding** (Участок – Здания), создали вы. Последний, **OwnerToParcel** (Владелец – Участок), был создан для вас заранее. Необходимо проверить связи в **ArcMap**, чтобы убедиться в том, что они рабо-



тают правильно.

Для этого в **ArcCatalog** сделайте двойной щелчок ЛКМ на **Ex6.mxd**, чтобы открыть документ с картой.

- Щелкните на таблицы-источники (**Source**), чтобы увидеть таблицы, которые активны в документе.

Этот документ уже содержит классы свойств **Building** и **Parcel**, таблицы **Owner** (Собственник) и **ZoneCodeDesc** (Описание кода зоны).

Связи всегда активны во время редактирования, вы можете просмотреть связанные атрибуты в диалоговом окне **Attributes** (Атрибуты). Тем не менее, атрибуты в связанной таблице не доступны для запросов, установки символики или меток до тех пор, пока вы не создадите связь в **ArcMap**, основанную на классе связей. В этой части работы используются простые связи, которые вы уже создали между классами **ZoneCodeDesc** и **Parcel**.

- В программе **ArcMap** из меню **Bookmarks** (Закладки) выберите **Join1**.
- Запустите редактирование карты, выбрав на панели инструментов **Editor** (Редактор) команду **Editor / Start Editing** (Редактор / Начать редактирование).
- Выберите один полигон **Parcel**, показанный на рисунке 9.7 инструментом **Edit**  (Редактирование).
- На панели инструментов **Editor** (Редактор) щелкните ЛКМ по кнопке **Attributes**  (Атрибуты), чтобы открыть диалоговое окно **Атрибуты**.
- Разверните дерево в диалоговом окне **Атрибуты**.
- Разверните ветвь **ToZoneCodeDesc** (Описание кода зоны) (см. рис. 9.7).

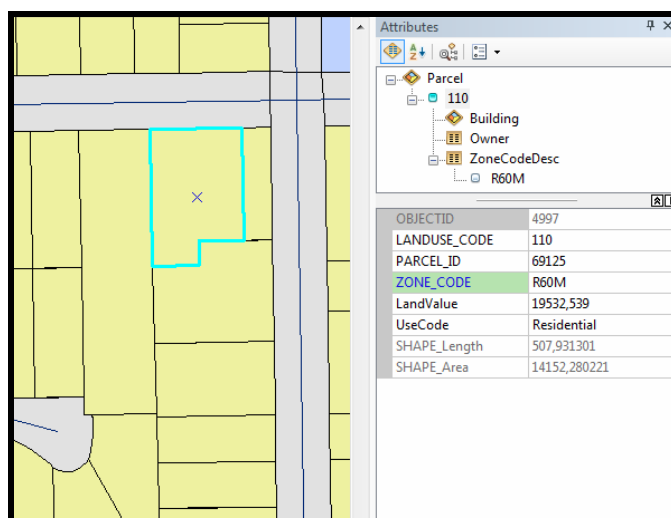


Рисунок 9.7 – Выделенный участок на карте и его свойства

Диалоговое окно **Атрибуты** показывает все связи, в которых задействован класс **Parcel**. На выделенном участке есть здания, их владельцы и отношения собственности между ними, которые являются метками, которые вы создали ранее, когда создавали класс связей в **ArcCatalog**. Теперь необходимо указать связи в обоих направлениях.

- В окне **Table of Contents** (Таблица содержимого) программы **ArcMap** выполните щелчок ПКМ на **Parcel** и выберите команду **Open Attribute Table** (Открыть Таблицу Атрибутов). Результат представлен на рисунке 9.8

OBJECTID	SHAPE	LANDUSE_CODE	PARCEL_ID	ZONE_CODE	LandValue	UseCode	SHAPE_Length	SHAPE_Area
4513	Polygon	100	67970	609	<Null>	2	544,053559	9259,209935
4514	Polygon	100	67971	609	<Null>	2	158,545394	774,602847
4515	Polygon	110	67973	603	10349,966	1	400,003008	7499,965473
4516	Polygon	110	67974	601	4010,1729	2	236,126101	2905,890606
4517	Polygon	910	67982	601	24154,457	2	550,458538	17499,011493
4518	Polygon	910	67983	603	13547,434	1	463,35639	9817,003674
4519	Polygon	910	67984	601	14319,238	2	510,697728	10376,30398
4520	Polygon	110	67986	601	38065,109	2	854,283707	27587,56405
4521	Polygon	110	67995	603	11774,144	1	424,002233	8532,082099
4522	Polygon	110	67997	603	9314,9502	1	370,0038	6750,029976
4523	Polygon	110	67999	603	10828,145	1	398,610866	7846,525717
4524	Polygon	910	68000	603	3324,7087	1	234,826177	2409,236153

Рисунок 9.8 – Таблица атрибутов для полигонального класса Parcel

Обратите внимание, что атрибуты из связанных таблиц не отображаются. Связанные записи не присоединяются автоматически из соображений эффективности. Данный класс свойств или таблица могут теоретически быть задействованы во многих связях, которые имеют доступ к большому количеству атрибутов, большинство из которых вам не нужны для решения различных задач. Чтобы избежать засорения таблицы атрибутами, которые вам не всегда нужны, укажите, какие именно связи нужны с помощью **Join** (Объединение). Для этого необходимо выполнить следующее.

- Закройте таблицу **Attributes of Parcel** (Атрибуты).
- В окне **Table of Contents** (Таблица содержимого) выполните щелчок ПКМ на слое **Parcel** и выберите команду **Joins and Relates / Join** (Соединения и отношения / Соединение).
- Выберите из выпадающего списка в верхней части диалогового окна **Join data based on a pre-defined relationship class** (Регистрация данных на основе заранее определенного класса отношений).

- Выберите из выпадающего списка в нижней части диалогового окна **ZoneCodeDesc** (Код описания зоны).
- Щелкните **ОК** (см. рис. 9.9).

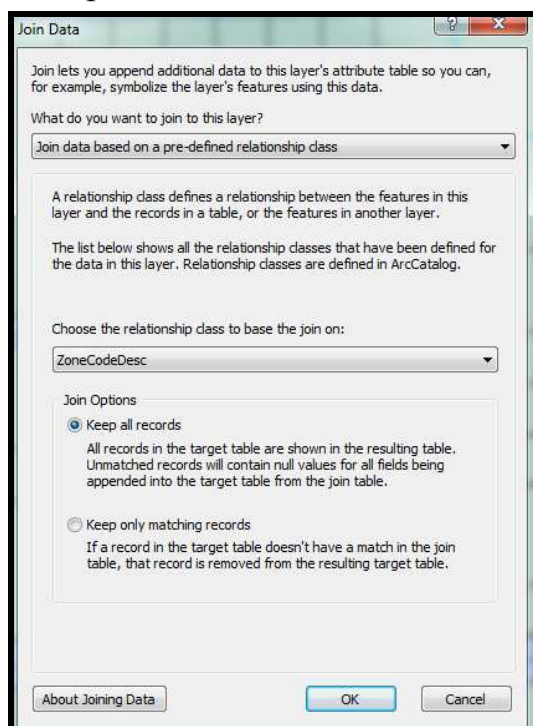


Рисунок 9.9 – Установка свойств объединения

- Откройте таблицу атрибутов класса **Parcel**.
- Просмотрите список столбцов (рис. 9.10).

ZONE_CODE	LandValue	UseCode	SHAPE_Length	SHAPE_Area	OBJECTID	ZONE_CODE_DESCRIPTION
601	4010.1729	2	236.126101	2905.890606	1	601 B1 Commercial
601	24154.457	2	650.458938	17489.011493	1	601 B1 Commercial
603	12647.434	1	463.35639	9817.003674	3	603 R60M Residential
601	14319.436	2	510.697708	10376.30386	1	601 B1 Commercial
601	38665.109	2	854.263707	27857.55405	1	601 B1 Commercial
603	11774.144	1	424.002233	8532.082099	3	603 R60M Residential
603	9314.9602	1	370.0038	6750.029676	3	603 R60M Residential
603	10828.145	1	398.610896	7846.525717	3	603 R60M Residential
603	3324.7087	1	234.626177	2409.236153	3	603 R60M Residential
603	9176.7117	1	363.976096	6951.427643	3	603 R60M Residential
603	9315.1005	1	370.00375	6750.068136	3	603 R60M Residential

Рисунок 9.10 – Атрибуты после объединения

Вы видите, что атрибуты из класса **ZoneCodeDesc** (Код описания зоны) добавились к атрибутам **Parcel** (Участок). Имя поля каждого атрибута начинается именем класса, которому оно принадлежит. Вы можете редактировать только атрибуты текущего класса (**Parcel**). Объединенные атрибуты доступны только для чтения и обозначены серым заголовком столбца, но редактировать их можно через класс связей, используя **Attributes editor** (Редактор Атрибутов).

Как только объединение выполнено, дополнительные атрибуты можно использовать в запросах, значении символов, метках. Теперь необходимо отметить здания с аббревиатурами их типов.

- Закройте таблицу **Атрибутов** для участков **Parcel**.
- Откройте окно **Свойства** для слоя **Parcel**.
- Перейдите на вкладку **Labels**.
- Активизируйте опцию **Label Features in this layer** (Подпись объектов на слое).
- Выберите из выпадающего списка **Method** (Метод) свойство **Label all the features the same way** (Метки всех свойств отображать одинаково).
- Выберите из выпадающего списка **Label Field** (Поле метки) свойство **DESCRIPTION** (рис. 9.11).

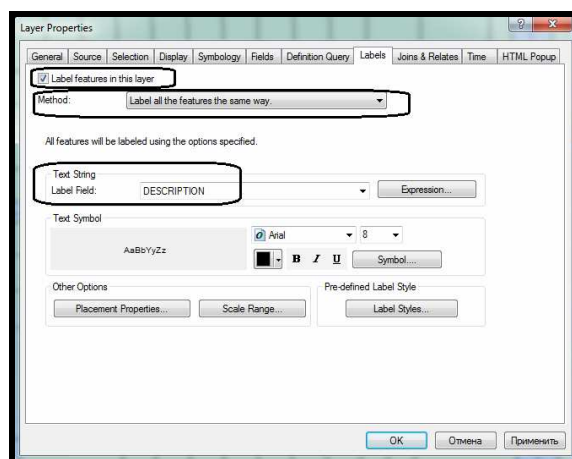


Рисунок 9.11 – Окно настройки отображения меток

- Нажмите на кнопку **ОК**.
- После объединения земельные участки отображаются с описанием из связанной таблицы **ZoneCodeDesc** (Код описания зоны) (рис. 9.12).

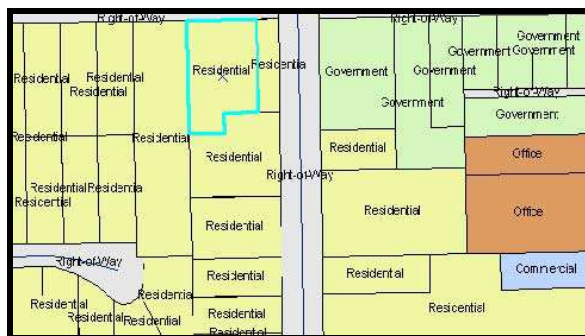


Рисунок 9.12 – Сложная связь между таблицами

ПРИМЕЧАНИЕ. Используйте обозначение примечаний или меток только в случае крайней необходимости. Необходимо размещать атрибуты меток и символов в классе, который их использует.

- Чтобы снять выделение с участка необходимо из меню **Selection** (Выбор) выберите **Clear Selected Features** (Снять выделение).
- Вызовите контекстное меню на слое **Parcel** (Участок) и снимите флажок с **Label Features** (Подписи), тем самым, выключив метки.

Работа со сложной связью в ARCMAP

Созданный сложный класс связей **ParcelToBuilding** (Участок – Здания) подлежит проверке. Так как сложные связи предполагают целостность ссылок, необходимо проверять, правильно ли были установлены связи. Вы также будете проверять правила, которые создали. Прежде всего, необходимо убрать объединение, которое было выполнено в предыдущем шаге.

- Выполните щелчок ПКМ на слое **Parcel** и выберите **Joins and Relates / Remove Joins / ZoneCodeDesc** (Соединения и отношения / Удалить соединения / Код зоны).
- Из меню **Bookmarks** (Закладки) выберите **Buildings** (Здания).
- Выполните щелчок ПКМ на слое **Building** и выберите опцию **Label Features** (Подписи) для отображения меток.

Это единственный участок города, где здания уже оцифрованы. После того, как сложная связь **ParcelToBuilding** (Участок – Здания) будет проверена, клерки смогут оцифровывать остальные здания города.

- Выберите земельный участок, на котором расположен **Factory** (Завод) (рис. 9.13).

ПРИМЕЧАНИЕ. Выбирайте земельные участки (как показано на рисунке).

Теперь убедитесь, что здание при перетаскивании ЛКМ будет перемещаться вместе с земельным участком, так как была создана сложная связь.

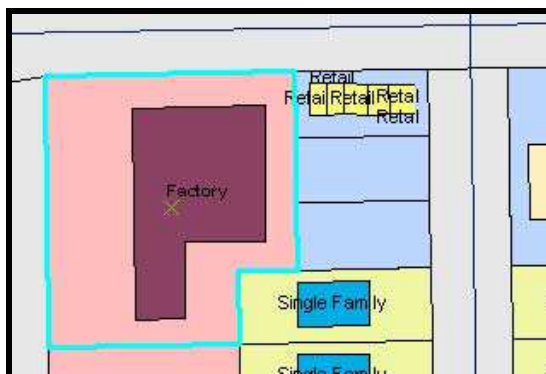


Рисунок 9.13 – Выбранный участок с заводом

- Перетащите земельный участок на небольшое расстояние от его текущего месторасположения.

При создании сложной связи, как и предполагалось, связанное здание передвигается вместе с земельным участком, при вращении земельного участка здание вращается вместе с ним (рис. 9.14).

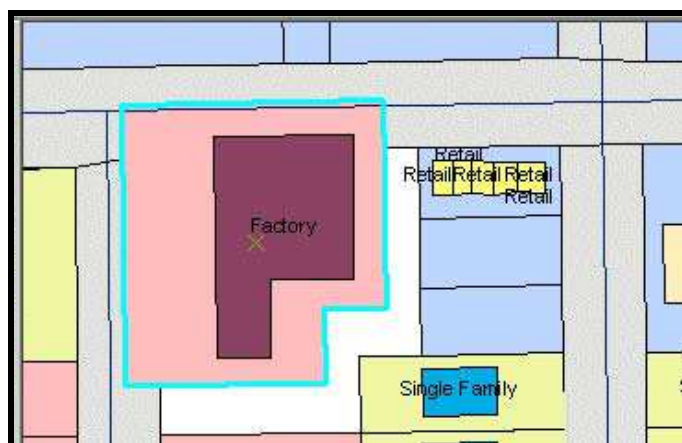



Рисунок 9.14 – Сложная связь между таблицами

Теперь необходимо проверить каскадное удаление. Для этого необходимо выполнить следующие действия.

- Удалите выбранный земельный участок.
- Убедитесь, что здание тоже удалено.
- Нажмите кнопку **Undo** (Отмена)  дважды, чтобы вернуть земельный участок и здание на их исходные места.

Сложная связь подчиняется правилу, которое требует, чтобы все объекты целевого класса были связаны с объектами исходного класса. В нашем случае, здание должно быть связано с земельным участком. Проверить это можно, добавляя здание, которое не было связано с земельным

участком. Достоверность работы правила проверьте командой **Validate** (Проверка достоверности). Для этого необходимо выполнить следующие действия.

- На панели инструментов **Edit** (Редактирование) выбрать команду

Create Features (Создание объектов) .

- В появившемся плавающем окне **Create Features** выбрать в качестве целевого слоя **Building: Single Family**.

- Воспользуйтесь инструментом **Rectangle** (Прямоугольник) чтобы добавить новое здание внутри земельного участка жилого района R60M (рис. 9.15).

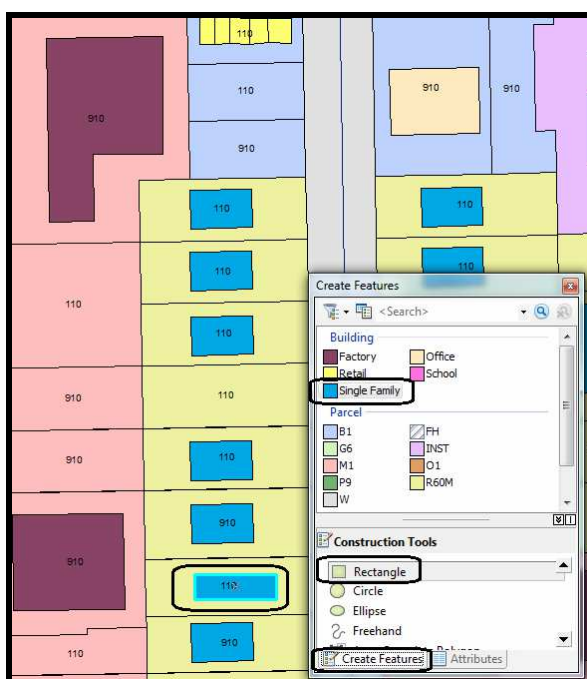


Рисунок 9.15 – Новое здание внутри земельного участка

- На панели инструментов **Edit** (Редактирование) выберите в выпадающем списке **Editor** (Редактор) команду **Validate Features** (Проверка) (рис. 9.16).

Чтобы исправить ошибку, необходимо добавить связь между новым зданием и земельным участком, на котором оно расположено. Вы можете это сделать, открыв **PARCEL_ID** земельного участка (с помощью инструмента **Identify**), затем установить нужное значение **APN** атрибутов здания в диалоговом окне **Атрибуты** или в таблице класса **Building**. Для этого необходимо выполнить следующие действия.



Рисунок 9.16 – Окно проверки корректности созданного здания

- Выделите новое здание и участок, на котором оно расположено (для выбора нескольких объектов удерживайте клавишу **Shift**).
- Откройте окно **Attributes** (Атрибуты).
- Разверните ветвь для **Building**, вызовите контекстное меню на связи **Parcel** и выберите **Add Selected** (Добавить выбранное) (рис. 9.17).

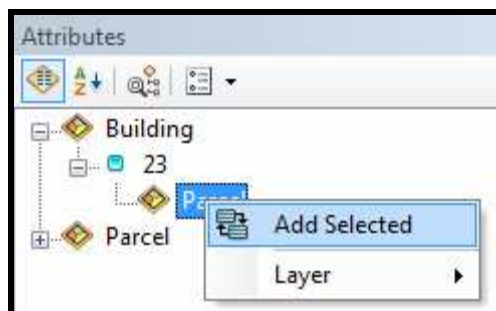


Рисунок 9.17 – Добавление связи между новым зданием и земельным участком

В сообщении об ошибке, которое было получено после выполнения проверки корректности расположения нового здания, было указано, что сложной связи между зданием и участком не существует, поэтому атрибуты связанного участка были недоступны. Теперь эта связь создана.

После этого необходимо проверить достоверность связи. Для проверки выполните следующие действия.

- Закройте диалоговое окно **Attributes** (Атрибуты).
- Если необходимо, выберите здание и участок.
- Выберите **Editor / Validate Features** (Редактирование / Проверка).
- Команда проверки достоверности должна выдать отчет, что все выбранные свойства достоверны (рис. 9.18).



Рисунок 9.18 – Окно сообщения об отсутствии ошибок

Работа с правилами связей

Ранее были созданы правила связи между подтипами **Parcel** и **Building**. Так как не созданы правила связи между **Single Family** зданиями и **B1 (Commercial)** участками, это объединение будет недействительным. Необходимо проверить действие этого правила связности.

- Выберите участок **B1** и здание на нем (рис. 9.19).

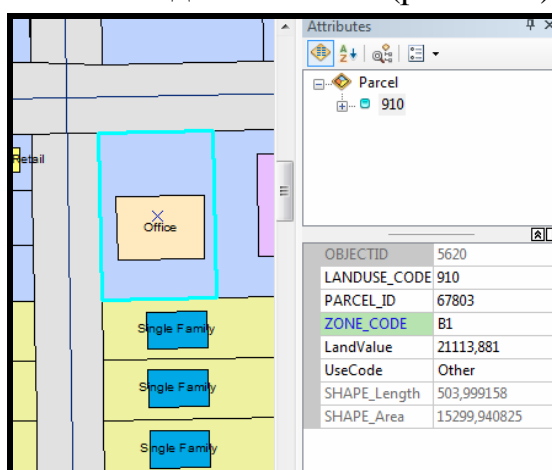


Рисунок 9.19 – Участок B1 и здание на нем

- Выберите здание и проверьте достоверность (**Validate Features**).
- Откройте окно **Attributes** (Атрибуты).
- Поменяйте атрибут **BuildingType** (Тип здания) на **Single Family**, открыв окно **Choose Symbol Class** (Выбор символов класса) (рис. 9.20).
- Проверьте на достоверность выбранное здание (**Validate Features**).
- Отмените последнее изменение, возвращая атрибуту его исходное значение.
- Уберите выделение с выбранных объектов.

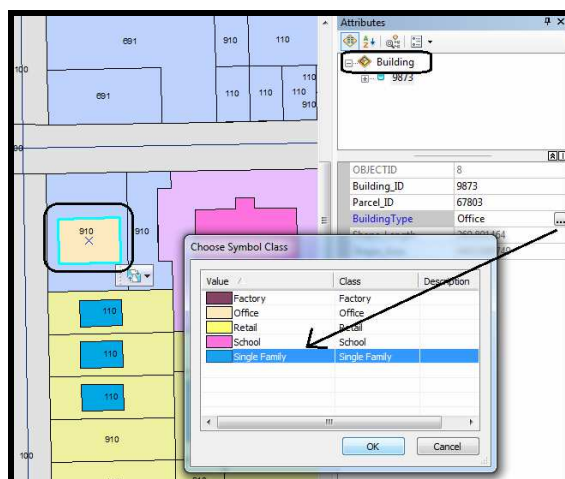


Рисунок 9.20 – Изменение типа здания

Работа со связью многие-ко-многим

Окно **Attributes** (Атрибуты) правильно управляет связями **многие-ко-многим** и позволяет редактировать атрибуты как из исходного, так и из целевого класса.

Сейчас нужно проверить последний класс связей – **OwnerToParcel**. Это связь **многие-ко-многим**, которая была создана между таблицей **Owner** (Собственники) и классом свойств **Parcel** (Участки). Небольшая часть города добавлена к этой связи.

Для проверки необходимо выбрать участок, как показано на рисунке 9.21 (у земельного участка несколько собственников).

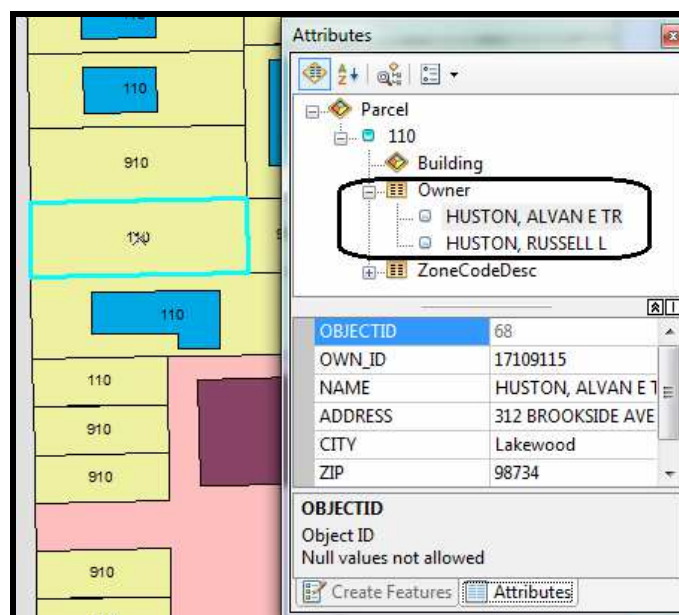



Рисунок 9.21 – Земельный участок с несколькими собственниками

Лучшее применение связи **многие-ко-многим** – это управление связью с целью поиска согласованных (сочетаемых) объектов из участвующих классов. Это управление связью выполняется с помощью таблиц атрибутов классов.

- Откройте таблицу атрибутов для слоя **Parcel**.
- В столбце **OBJECTID** выделите строку под номером 5990 (ID участка).
- Щелкните по кнопке **Show Selected records** (Показать выбранные записи)  внизу таблицы (у этого участка несколько собственников). Необходимо найти их.
- Щелкните по кнопке **Table Options / Related Tables / OwnerToParcel: ToOwner** (рис. 9.22). Записи о собственниках, которые связаны с участком, выделятся голубой заливкой автоматически.

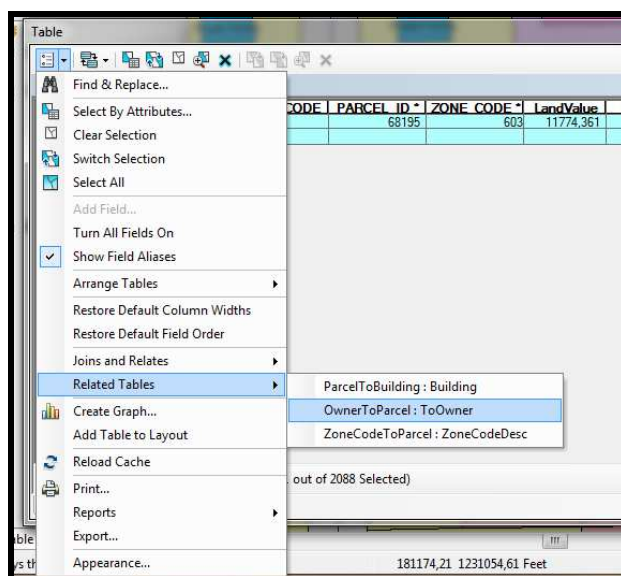



Рисунок 9.22 – Отображение информации о владельцах

У выбранного участка два собственника. Но какой процент принадлежит каждому из них? Эта информация хранится как атрибут самой связи и вам необходимо добавить связь в таблицу, чтобы узнать результат.

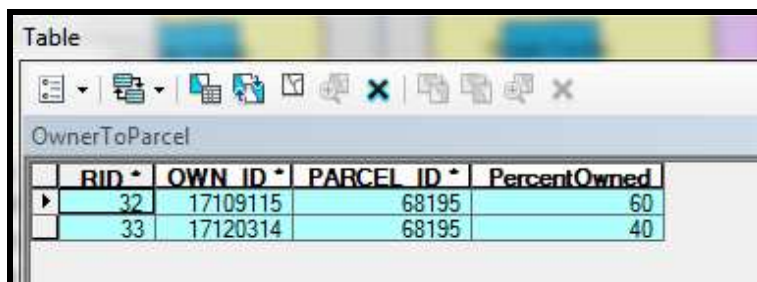
- Щелкните на кнопке **Add Data** (Добавить данные)  чтобы открыть диалоговое окно **Add Data**.
- Откройте **C:\...\Data\ Ex06 \ Lakewood.mdb** базу геоданных.
- Выберите и добавьте класс связи **OwnerToParcel** (Владелец – Участок).

Класс связи был добавлен в ArcMap в виде таблицы. В большинстве случаев связи атрибутов выглядят как таблицы. Вы можете открыть эти таблицы, можете редактировать их атрибуты, можете их сортировать и искать в них нужную информацию, можете строить по ним графики. Но есть и некоторые ограничения. Можно редактировать только определяемые пользователем атрибуты (**PercentOwned** в вашей связи **OwnerToParcel**) но не ключевые поля (**PARCEL_ID** и **OWN_ID**), иначе связь будет нарушена и вы не сможете использовать ее атрибуты для запросов, меток или назначения символов.

- Откройте таблицу **OwnerToParcel**.
- Для отображения информации о собственниках щелкните по кнопке **Show Selected records** (Показать выбранные записи) и только выбранные записи отобразятся (в данном случае выбранных записей нет).

Для отображения информации необходимо снова обновить связь таблицы **OwnerToParcel** (Владелец – Участок).

- Выберите **Options / Related Tables / OwnerToParcel:ToOwner** в таблице **Attributes of Parcel**. Теперь можно увидеть, какая доля участка принадлежит каждому собственнику (рис. 9.23).



RID	OWN_ID	PARCEL_ID	PercentOwned
32	17109115	68195	60
33	17120314	68195	40

Рисунок 9.23 – Информация о собственниках

Сравнивая значения **OWN_ID** в таблицах **Attributes of Owner** и **Attributes of OwnerToParcel**, вы видите, что Mr. Alvan Huston (**OWN_ID** = 17109115) владеет 60 % участка 68195, а Mr. Russell Huston (**OWN_ID** = 17120314) владеет 40 %.

Теперь вы научились управлять атрибутивными связями.

- Закройте все открытые таблицы.
- Выберите на панели редактирования команду **Editor / Stop Editing** (не сохраняйте свои изменения).
- Выйдите из **ArcMap** (не сохраняйте свою карту).
- Выйдите из **ArcCatalog**.

Задания для самостоятельного выполнения

- 1** Найти участок с несколькими владельцами и отобразить информацию о них в таблице атрибутов.
- 2** Найти на карте участки и здания, не соответствующие правилу связности, которое гласит, что на каждом земельном участке с типом района B1 (**Commercial**), может быть расположено от 0 до 2 офисных зданий, связанных с ним. В случае отсутствия таковых, создайте ситуацию, которая противоречит этому правилу.
- 3** Исправьте ошибку, добавив связь между новыми зданиями и земельным участком, на котором они расположены.

Оформление отчета по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе должен быть выполнен на ПК и распечатан на листах формата A4. Отчет по лабораторной работе должен содержать (смотри лабораторную работу № 1). К отчету необходимо добавить файл, с выполненной работой при помощи программного продукта ArcMap.

ЛАБОРАТОРНАЯ РОБОТА № 10 СОЗДАНИЕ АННОТАЦИЙ И ИЗМЕРЕНИЙ

Цель: научиться создавать аннотации и размеры с помощью ArcCatalog и ArcMap.

Назначение: выполнив работу, вы научитесь создавать классы аннотаций и размеров, используя их при решении практических задач.

Ключевые слова

Класс аннотаций, связанные аннотации, класс размеров, размер параллельный, размер линейный.

Теоретические сведения

В базе геоданных элементы аннотации входят в специальный класс. Преобразование подписей в аннотации позволяет изменять положение и стиль этих подписей. Если вы хотите редактировать текст, который будет использован в картах, то необходимо хранить ваш текст в классе аннотаций. Создавать классы аннотации в базе геоданных можно в ArcMap или ArcCatalog.

Размеры – специальный вид аннотаций карты, которая показывает длины или расстояния на карте. Размер может указывать длину стороны здания или расстояние между двумя зданиями.

Размеры могут быть простыми или сложными. Особенностью размера является то, что он состоит из нескольких частей, которые могут быть показаны или скрыты, в зависимости настроек. Есть два типа размеров: линейные и параллельные.

Параллельные измерения параллельны объекту и представляют истинный размер стороны этого объекта.

Линейные измерения не представляют истинное расстояние объекта. Линейные измерения могут быть вертикальные или горизонтальные. Они представляют собой проекцию стороны объекта на ось координат.

Ход работы

Представьте что вы – маркетолог в отделе по продаже недвижимости местной компании, хотите создать аннотации и нанести на карту справочные размеры, которые затем можно использовать при работе с картами.

Создание аннотаций

На этом и на следующем шаге, вы создадите аннотации в ArcMap. На первом шаге необходимо создать аннотации, которые будут отображаться в необходимом масштабе.

- Запустите **ArcMap** двойным щелчком по ярлыку на Рабочем столе или вызвав его из меню программ.
- Откройте документ карты, который находится в папке **C:\...\Data\Ex10\siting.mxd**.

Этот документ открывается без слоев. Для того чтобы подгрузить необходимые слои выполните следующие действия.

- Щелкните ЛКМ по кнопке **Add Data** (Добавить данные) .

Перейдите к **C:\...\Data\Ex10**, и выполните двойной щелчок ЛКМ на **LakewoodAnno.mdb**.

- Раскройте двойным щелчком ЛКМ набор данных **Landbase**. Щелкните ЛКМ на **Road_cl** и нажмите кнопку **Add** (Добавить). В результате должен подгрузиться слой как показано на рисунке 10.1.

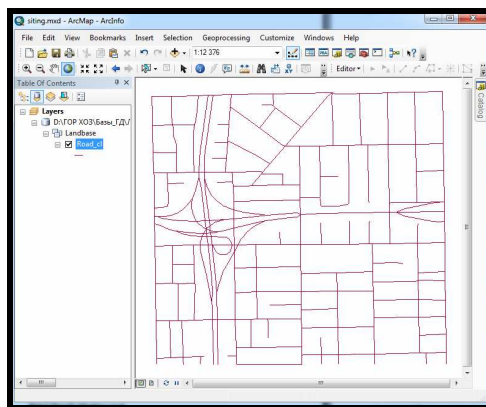


Рисунок 10.1 – Вид окна с подгруженным слоем Road_cl

Ваша задача состоит в том, чтобы поместить новый магазин, находящийся в верхнем правом секторе карты. В файле карты уже имеется закладка, определяющая эту область.

- В меню **Bookmarks** (Закладки) выберите команду **New Store** (магазин).
- Вызовите контекстное меню на слое **Road_cl** и выберите команду **Label Features** (Надписи).

Все аннотации имеют одинаковый внешний вид. Например, вы хотите, чтобы шоссе имели более заметные надписи по сравнению с другими улицами.

- Вызовите контекстное меню на слое **Road_cl** и выберите **Open Attribute Table** (Открыть таблицу атрибутов).
- Изучите поля **ST_CFCC** и **ST_NAME**.
- Закройте таблицу атрибутов **Road_cl**.
- Вызовите контекстное меню на слое **Road_cl** выберите **Properties** (Свойства).
- В диалоговом окне **Properties** (Свойства) перейдите на вкладку **Labels** (Надписи).

Для каждого класса аннотации можно оговорить различные символы, диапазон масштаба, приоритет, и устанавливать размещение аннотации.

- В выпадающем списке **Method** (Метод) выберите **Define classes of features and label each class differently** (Определить классы функций и маркировать каждый класс по-разному.).

Теперь можно установить свойства ярлыков класса **Default**.

- Щелкните на кнопке **SQL Query**, чтобы определить дороги, которые находятся в классе **Default**.

- Создайте выражение [ST_CFCC] < > «A15» (рис. 10.2).

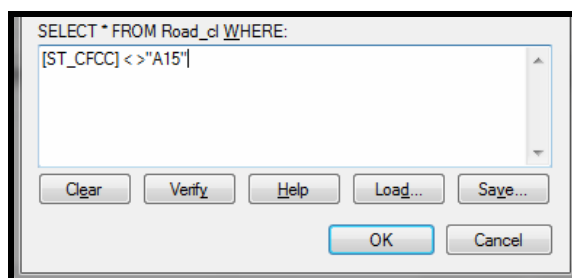


Рисунок 10.2 – Выражение, созданное в SQL Query

- Щелкните **ОК**, чтобы закрыть диалоговое окно.
- Нажмите на кнопку **Symbol** (Символ).
- В выпадающем списке **Color** (Цвет), выберите красный цвет.
- Нажмите на кнопку **ОК**, чтобы закрыть диалоговое окно **Symbol Selector** (Выбор символов).
- Щелкните на кнопке **Expression** (Выражение), для того чтобы открыть диалоговое окно **Label Expression**.
- При помощи кнопки **Append** (Добавить) добавьте к выражению поля **ST_PREDIR**, **ST_NAME**, **ST_TYPE** и **ST_SUFDIR**.

ArcMap автоматически связывает поля с помощью амперсанта (&) и добавляет " " между полями в выражении (рис. 10.3).

- Щелкните на кнопке **Verify** (Проверка), чтобы определить, правильно ли создано выражение.
- Щелкните на кнопке **ОК**, чтобы закрыть диалоговое окно **Label Expression**.

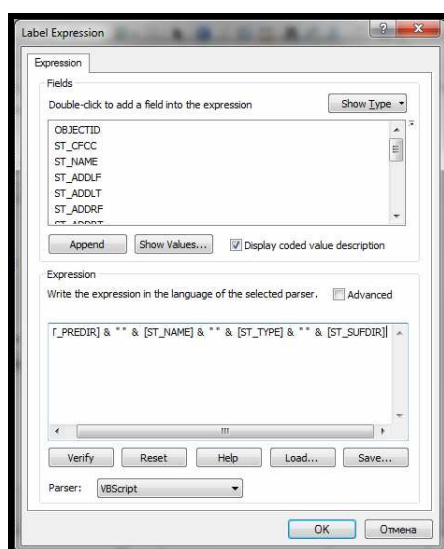


Рисунок 10.3 – Окно Label Expression с созданным выражением

В настоящее время символ текста аннотации отображен шрифтом **Arial 8** пунктов. Сейчас этот шрифт используется для всех улиц. Для крупных магистралей необходимо использовать шрифт **Arial 12** пунктов. Для этого необходимо выполнить следующие действия.

- В окне **Layer Properties** (Свойства слоя) на вкладке **Labels** (Надписи) щелкните по кнопке **Add**, чтобы добавить класс.
- Введите имя класса **Interstate** и щелкните **OK**.
- Нажмите на кнопку **SQL Query**, чтобы создать выражение, согласно которому в **Interstate** классе надписи будут выполнены другим шрифтом.
- Измените выражение на **[ST_CFCC] = 'A15'** нажмите на кнопку **OK**.
- Нажмите на кнопку **Symbol** (Символ).
- В выпадающем списке **Size** (Размер), выберите **12**.
- В выпадающем списке **Font** (Шрифт), выберите **Arial**.
- **Style** (Стиль) шрифта выберите **Bold**, **Color** – черный цвет.
- Нажмите на кнопку **OK**, чтобы закрыть диалоговое окно **Symbol Selector** (Выбор символов).
- Нажмите на кнопку **OK**, чтобы закрыть диалоговое окно **Layer Properties** (Свойства слоя).

Обратите внимание, что теперь название улицы **I-46** теперь получило отличающуюся надпись (рис. 10.4). Улица, которая была отмечена **South**, теперь отмечена – **W South St**, а другая – **Court** теперь отмечена как **S Court St**.

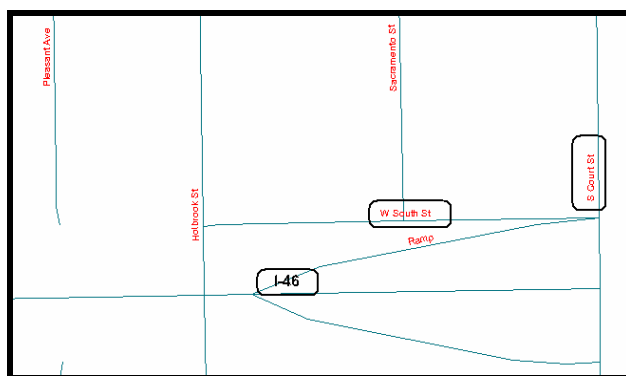


Рисунок 10.4 – Фрагмент карты с подписями улиц

- Сохраните документ и выйдите из **ArcMap**.
Обратите внимание на размер текста аннотаций при изменении масштаба карты. Удобно работать, если аннотации такого размера, как текущий масштаб карты.

Создание связанных аннотаций

В случае если название дороги изменилось или дорога перемещена на карте, аннотация не будет изменяться. В этой части работы вы создадите связанную аннотацию, будете импортировать здания и аннотации в набор данных **Landbase**. А затем свяжите аннотации со зданиям и будете редактировать аннотации.

- Запустите **ArcMap** двойным щелчком по ярлыку на Рабочем столе или вызвав его из меню программ.
- Нажмите на кнопку **Add Data** (Добавить данные).
- Откройте класс пространственных объектов (КПО), который находится в папке **C:\... Data\Ex10\ bldgs**.
- Выделите **annotation.apn** и **polygon** с помощью клавиши **Ctrl**.
- Нажмите кнопку **Add** (Добавить).
- Текст аннотации показывает номер (**Assessor Parcel Number**) каждого здания.
- Откройте таблицу атрибутов для слоя **annotation.apn**, изучите свойства.
- Вызовите контекстное меню на слое **annotation.apn** в **Table of Contents** (Таблица содержимого) и выберите команду **Properties** (Свойства).
- В диалоговом окне **Layer Properties** (Свойства слоя) перейдите на вкладку **Symbols** (Символы).
- В поле **Symbol Number** (Количество символов) выберите значение **4**.
- Из выпадающего списка **Font** (Шрифт) выберите **Times New Roman**.
- Из выпадающего списка **Size** (Размер) выберите **36**.
- Из выпадающего списка **Color** (Цвет) выберите **Cherry Cola** (темно красный цвет в пятом ряду, третья колонка цветовой палитры).
- Щелкните **ОК**, чтобы закрыть диалоговое окно **Layer Properties** (Свойства слоя).

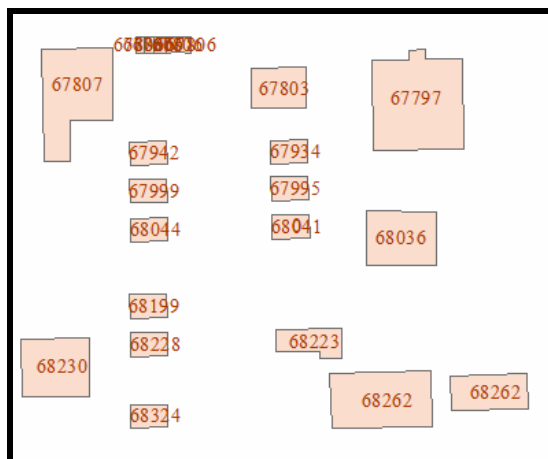


Рисунок 10.5 – Внешний вид аннотаций после изменения

Обратите внимание, что изменение в размере, который вы сделали, не имеет никакого эффекта (рис. 10.5), потому что псевдо-пункт **\$SIZE** не установлен в **0**. Цвет текста, однако, изменялся.

Создание класса размеров

Для создания класса размеров сначала используется **ArcCatalog**. Затем этот класс добавляется в **ArcMap**.

- Запустите **ArcCatalog** двойным щелчком по ярлыку на Рабочем столе или вызвав его из меню программ.
- Откройте **C:\... Data\Ex10\LakewoodAnno.mdb**.
- Вызовите контекстное меню на наборе данных **Landbase**.
- Выберите команду **New / Feature Class** (Новый / Класс).
- Введите **BuildingDimensions** (Размеры зданий) как имя для нового класса.
- В выпадающем списке **Type** (Тип), выберите **Dimension Features** (Размеры).
- Нажмите на кнопку **Next** (Далее).
- Для **Reference Scale** (Шкала отсчета), введите **1500**.
- В разделе **Default Style** (Стиль по умолчанию) выберите опцию **I would like to create my own style** (Создание собственного стиля), чтобы создать ваш собственный стиль.
- Щелкните **New Style** (Новый стиль), чтобы открыть диалоговое окно свойств стиля.
- В диалоговом окне свойств стиля на вкладке **Lines and Arrows** (Линии и стрелки) выберите стрелки на концах размерной линии (рис. 10.6).

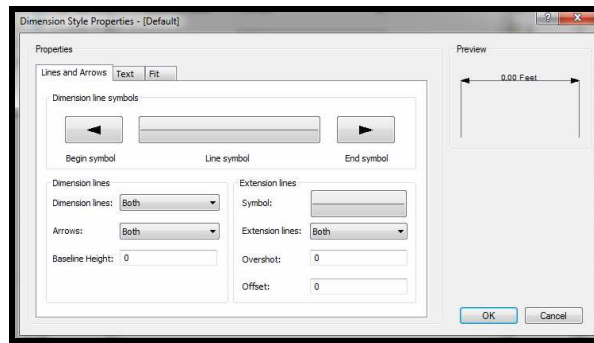


Рисунок 10.6 – Окно определения свойств размера

- В диалоговом окне свойств стиля перейдите на вкладку **Text** (Текст).
- В разделе **Display** (Экран) выберите **Add prefix/and or suffix** (Добавить приставку/суффикс).
- В качестве **Suffix** из выпадающего списка выберите **Feet**. Вы видите, что предварительный просмотр изменился. Нажмите кнопку **OK**.
- В диалоговом окне свойств стиля нажмите кнопку **Next** (Далее) а затем **Finish** (Готово).
- Вы создали класс размеров **BuildingDimensions**.
- Закройте **ArcCatalog**.

Добавление класса размеров к карте

Для того чтобы добавить класс размеров к карте будем использовать ArcMap.

- Запустите **ArcMap** двойным щелчком по ярлыку на Рабочем столе или вызвав его из меню программ.
- Добавьте класс **BuildingDimensions** (Размеры зданий) к карте.
- На панели **Editor** (Редактирование) выберите **Editor / Start Editing** (Редактирование / Начать редактирование).
- На панели **Editor** (Редактирование) выберите **Editor / Snapping Toolbar** (Редактирование / Панель привязок).
- На появившейся панели в выпадающем списке выберите все привязки (рис. 10.7).

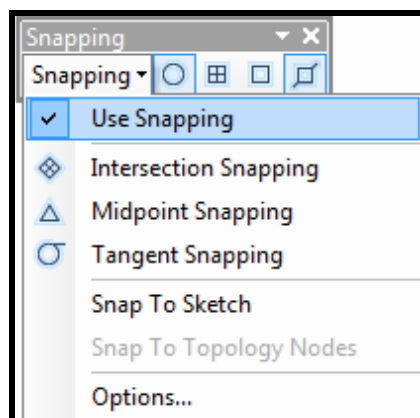



Рисунок 10.7 – Выбор привязок к характерным точкам

- Измените масштаб изображения карты на **1500**.
- Активизируйте слой **bldgs polygon**.
- На панели **Editor** (Редактирование) щелкните ЛКМ по кнопке **Create Features** (Создание объектов) 

В появившемся плавающем окне выберите необходимый тип размера в списке **Aligned Dimensions** (Выровненные размеры) (рис. 10.8).

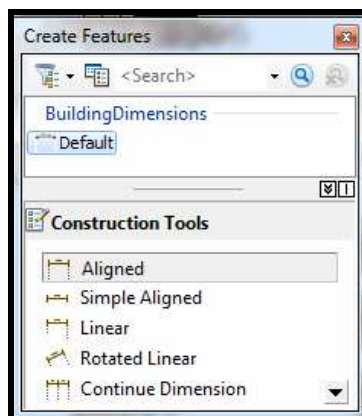


Рисунок 10.8 – Выбор размера

- Нанесите размер на любое здание на карте, щелкнув в верхнем правом углу здания, затем в верхнем левом углу. Используйте при этом привязки к характерным точкам полигона.

Перемещая ЛКМ к углам объектов, вы видите, что новый размер динамически изменяется. Новые размеры созданы в соответствии со стилем, который был выбран настроен.

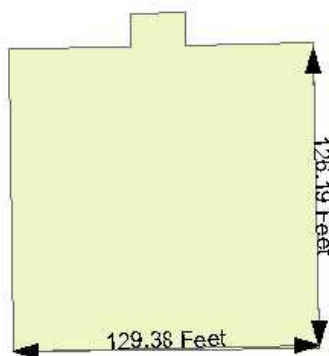


Рисунок 10.9 – Нанесение размеров на стороны здания

- На панели **Editor** выберите **Editor / Stop Editing** (Редактирование / Завершить редактирование).
- Сохраните документ карты и выйдите из **ArcMap**.

Задания для самостоятельного выполнения

- 1 Создать новый класс размеров, у которого в начале и в конце размерной линии будут засечки и рядом с размерным числом не будут указаны единицы измерения. Размерный текст наклонный. С помощью этого класса образмерить на карте несколько зданий.
- 2 В слое **Road_cl** для аннотаций шоссейных дорог изменить цвет, размер и начертание подписей.

Оформление отчета по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе должен быть выполнен на ПК и распечатан на листах формата А4. Отчет по лабораторной работе должен содержать (смотри лабораторную работу № 1). К отчету необходимо добавить файл, с выполненной работой при помощи программного продукта ArcMap.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11 СОЗДАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ И ШТРИХОВОК

Цель: научиться создавать динамическую сегментацию по маршруту и различные виды штриховки.

Назначение: выполнив работу, вы научитесь создавать штриховку с необходимыми настройками засечек, а также отображать на картах с помощью динамической сегментации необходимые события.

Ключевые слова

Динамическая сегментация, штриховка, засечки, маркер события, подпись, маска ореола.

Теоретические сведения

Расположение маршрута может быть сохранено в таблице как событие маршрута или как простое событие. События могут быть сохранены в любых таблицах, формат которых поддерживается в ArcGIS. Существует два типа событий: точка и линия. Динамическая сегментация – это процесс отображения событий в пространстве маршрута (Dynamic segmentation is the process of displaying events as features along a route).

Штриховка – это тип маркирования, который предназначен для отображения меток и символов равномерно по маршрутам. Штриховка может сравниваться с делениями на линейке. Например, линейка длиной 30 см может иметь длинную штриховку, отмечающую каждый сантиметр, меньшие штриховки отмечают каждые 0,5 сантиметра, еще более малые штриховки каждый миллиметр. Штриховка полезна и для измерений на основе расстояний, подобно метрам или километрам, и для измерений, не связанных с расстоянием – типа времени.

Ход работы

Динамическая сегментация

Вам необходимо добавить две таблицы, которые содержат информацию об авариях и дорожных покрытиях в программном обеспечении **ArcMap**. Таблица **Accidents_Refmkr** содержит информацию о несчастных случаях, основанную на маркерной системе ссылок измерений (**table contains accident information based on the reference marker system of measurement**). **Pavement_Milept** – таблица, содержащая качество дорожного покрытия и информацию об обслуживании, основанную на системе измерений – миля (**table contains pavement quality and maintenance information based on the mile point system of measurement**).

Информация хранится в формате dBASE, но вы конвертируете таблицы **dBASE** в **geodatabase** таблицы, в результате получаете всю информацию о штате New York в персональной базе геоданных (БГД) **NYSDOT**. Для этого необходимо выполнить следующее.

- Запустите **ArcMap** двойным щелчком по ярлыку на Рабочем столе или вызвав его из меню программ.

Прежде всего, необходимо конвертировать **Accidents_Refmkr** и **Pavement_Milept** dBASE таблицы в **Shapefiles** базы данных **NYSDOT.mdb**. Для этого:

- Откройте файл **NYSEvents.mxd**, который находится в папке **C:\...\BLDg2\LinRef\Maps**.
- В **ArcMap** добавьте **Pavement_Milept** таблицу из персональной БГД **NYSDOT**.
- В меню **Insert** (Вставить) выберите команду **Data frame** (Фрагмент данных).
- Назовите новую структуру данных **ReferenceMarker**.
- Вызовите контекстное меню на структуре данных **ReferenceMarker** и выберите команду **Add Data** (Добавить данные).
- Добавьте слой пространственных объектов **route.refmkr** (... \BLDg2\LinRef\Data\r1route).
- Далее необходимо скопировать и вставить слой **nybasemap.sid** из структуры данных **MilePoint** в новую структуру **ReferenceMarker** (см. рис. 11.1).

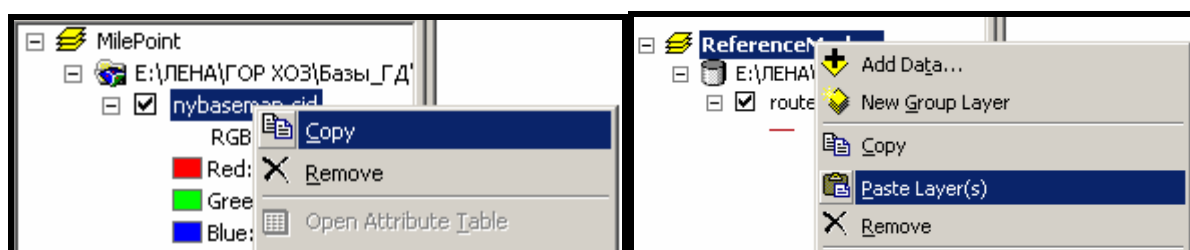


Рисунок 11.1 – Копирование и вставка слоя

В случае необходимости актуализируйте слой **nybasemap.sid** в структуре данных **MilePoint**.

Далее необходимо добавить таблицу **Accidents_Refmkr** из персональной БГД **NYSDOT** для отображения несчастных случаев на маршрутах. Для этого выполните следующее.

- Щелкните ЛКМ по кнопке **Add Route Events**. Если эта кнопка отсутствует на интерфейсе, войдите в меню **Customize / Customize Mode...** (Настройка / Настройка режимов...) перейдите на вкладку **Commands** (Команды) и в строке **Show commands containing** (Показывать команды,

содержащие) напишите **Add Route Events** (Добавить события маршрута) (рис. 11.2). Затем щелчком-протяжкой ЛКМ перетащите появившуюся команду на любую панель.

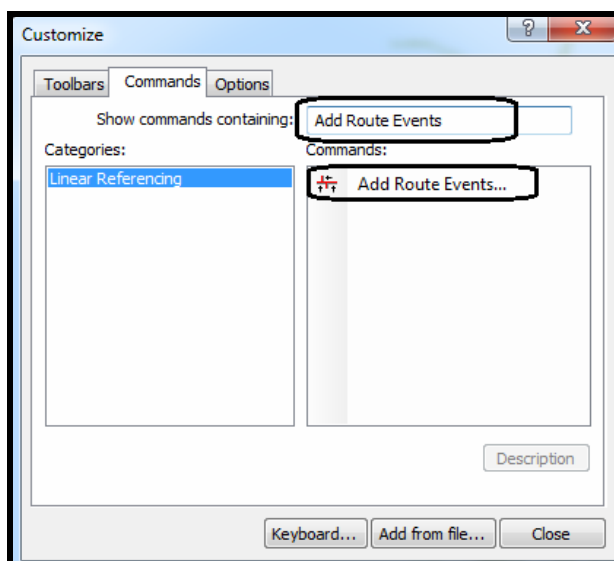


Рисунок 11.2 – Поиск команды Add Route Events

- В диалоговом окне **Add Route Events** (Добавить события маршрута) установите опции как показано на рисунке 11.3. Месторасположение таблицы **Accidents_Refmkr (... \BLDg2\LinRef\Shapefiles)**.

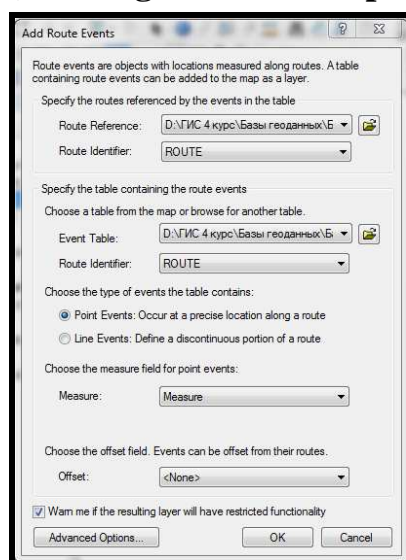


Рисунок 11.3 – Настройки диалогового окна Add Route Events

- Нажмите на кнопку **Advanced Options** (Дополнительные параметры).

- В диалоговом окне **Advanced Route Events Option** (Дополнительные свойства маршрута) установите опции как показано на рисунке 11.4.

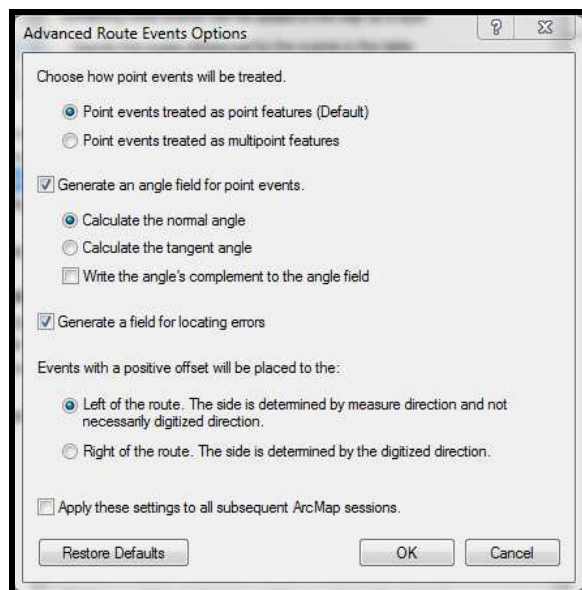


Рисунок 11.4 – Настройки диалогового окна
Advanced Route Events Option

- Щелкните **ОК** дважды, чтобы закрыть два открытых диалоговых окна. Новый точечный слой добавится к вашей карте – **Accidents_Refmkr Events**.
- Откройте таблицу атрибутов для слоя **Accidents_Refmkr Events**.
- Найдите поле – **LOC_ERROR** (рис. 11.5).

OID	ROUTE	Measure	OBJECTID2	Type	Surf	Date	LOC_ANGLE	LOC_ERROR	Shape
0	2817101	59.363751	3445	1		6/24/05/1993	11.028203	NO ERROR	Point M
1	8715091	132.4632	3445	5		4/22/12/1991	144.890039	NO ERROR	Point M
2	912w/16011	3.30722	3443	3		7/18/11/1991	81.511813	NO ERROR	Point M
3	516132	1.069182	3442	2		5/13/05/2000	87.396717	NO ERROR	Point M
4	14616032	7.042335	3440	2		3/10/06/2001	212.660027	NO ERROR	Point M
5	3211044	6.077962	3438	1		2/05/03/2000	149.048215	NO ERROR	Point M
6	27814011	11.324615	3436	1		2/15/12/1996	32.464717	NO ERROR	Point M
7	39711011	10.324973	3435	3		7/01/11/1995	157.740266	NO ERROR	Point M
8	1161772	1.069182	3434	4		1/12/06/2000	107.141150	NO ERROR	Point M

Рисунок 11.5 – Таблица атрибутов слоя Accidents_Refmkr Events


Вам необходимо добавить это поле в диалог **Advanced Options** (Дополнительные параметры). Если вы просмотрите список событий несчаст-

ных случаев, то обратите внимание, что все значения в этом поле не содержат ошибок. Отсутствие ошибок не означает, что местоположение для несчастного случая было найдено. Одна строка имеет значение **Route Not Found** (Маршрут не найден). Две строки имеют значение **Route Measure Not Found** (Масштаб маршрута не найден), что означает, что значение масштаба для этого случая не соответствует маршруту.

Закройте таблицу атрибутов **Accidents_Refmkr Events**. Используя информацию, которую вы только что просмотрели, необходимо определить местонахождение маршрута **7 11081**. Для этого выполните следующее.

- Из меню **Selection** (Выделить), выберите **Select By Attributes** (Выделение по атрибутам).
- В выпадающем списке **Layer** (Слой) выберите **Accidents_Refmkr Events**.
- В списке доступных полей выполните двойной щелчок ЛКМ по полю **Route** (Маршрут) для того чтобы добавить это поле в выражение.

Выполните щелчок по кнопке  (знак равенства).

- С помощью кнопки  выберите номер дороги – **7 11081** (выполните двойной щелчок по нему, чтобы добавить к выражению) (рис. 11.6).

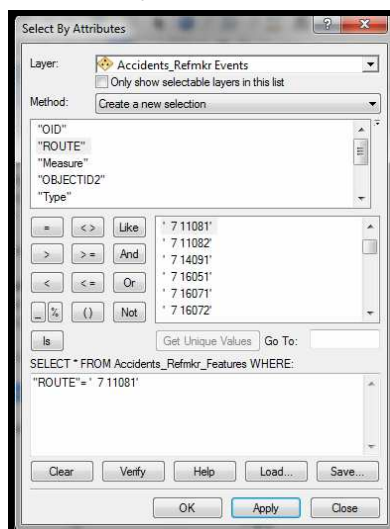


Рисунок 11.6 – Созданное выражение

- Щелкните **Apply** (Применить). Маршрут 7 11081 подсветится на карте.
- Закройте диалоговое окно **Select By Attributes** (Выбор по атрибутам).
- Увеличьте выбранный маршрут на карте. Маршрут показан на рисунке 11.7. Обратите внимание, он состоит из двух частей.

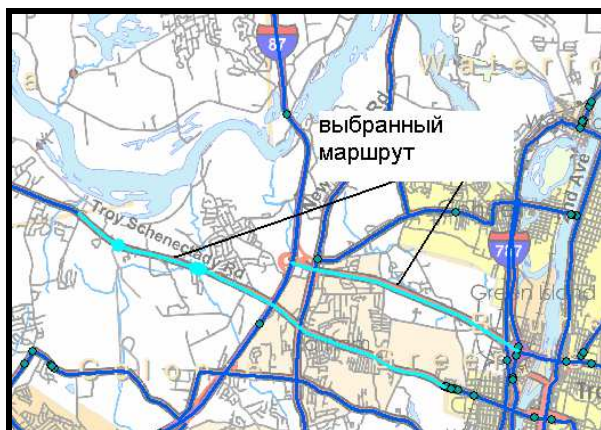



Рисунок 11.7 – Выбор размера

Несколько несчастных случаев произошли на этом маршруте и расположены они в различных местах маршрута. Один несчастный случай, который не был отмечен, произошел на месте маркера **63,2525**. Сейчас нужно определить, почему месторасположение этого несчастного случая не было отмечено.

Необходимо исследовать более длинную часть этого маршрута.

- На панели инструментов **Tools** (Сервис) выберите кнопку **Identify Route Locations**  (Определение месторасположения маршрута).
- Щелкните по самой длинной части выбранного маршрута.
- Определите максимальные и минимальные значения расстояний по маршруту **7 11081**.

Минимальное значение – **0,0** а максимальное – **61**. Поэтому месторасположение маркера ссылки **63,2525** не было присвоено к этой части маршрута. **63,2525** – не попадает в диапазон от **0,0** до **61**.

Затем исследуйте более короткую часть маршрута.

- Определите минимальные и максимальные значения расстояний по более короткой части маршрута **7 11081**.

Минимальное значение расстояния – **142,00** и максимальное – **179,00**. Поэтому, месторасположение маркера несчастного случая **63,2525** не принадлежит к этой части маршрута. **63,2525** – не попадает в диапазон значений от **142,00** до **179,00**.

- Закройте диалог **Identify Route Location Results** (Определение результатов месторасположения маршрутов).
- Увеличьте размер символа слоя **Accidents_Refmkr Events** так, чтобы можно было наглядно видеть к какому маршруту он принадлежит.

- Откройте атрибутивную таблицу слоя **Accidents_Refmkr Events**.
- Отсортируйте таблицу по полю **ROUTE** (Маршрут) по возрастанию, пролистайте до значения **711081**.
- Выделив все значения **ROUTE** (Маршрут) равные **711081** вы увидите, как становятся подсвеченными на дисплее места несчастных случаев (рис. 11.8).

OIP	ROUTE	Measure	OBJECTID2	Type	Surf	Date	LOC_ANGLE	LOC_ERROR	Shape
544	711081	0.730632	3643	2	6	16.05.1993	52.007807	NO ERROR	Point M
611	711081	1.096039	3986	5	3	30.11.1995	52.007811	NO ERROR	Point M
735	711081	1.035165	3688	1	6	26.01.1998	52.007811	NO ERROR	Point M
211	711081	19.641453	4301	2	7	25.06.1997	69.883333	NO ERROR	Point M
225	711081	20.449434	4284	5	7	17.10.1997	69.883333	NO ERROR	Point M
301	711081	63.2525	4394	5	3	07.07.1997	<Null>	ROUTE MEASURE NOT FOUND	Point M
647	711081	20.449434	3911	3	5	28.11.2001	69.883333	NO ERROR	Point M
657	711081	7.521396	3884	4	5	23.08.1992	60.703009	NO ERROR	Point M
119	711082	4.297332	4139	1	2	15.04.1993	69.713022	NO ERROR	Point M
156	711082	0	4213	1	4	20.02.2000	73.907006	NO ERROR	Point M
361	711082	0.373658	4334	2	5	21.09.2001	73.907006	NO ERROR	Point M
368	711082	0.467082	4326	1	7	21.05.1993	73.907006	NO ERROR	Point M
381	711082	1.714465	3583	3	1	04.08.1995	73.907006	NO ERROR	Point M

Рисунок 11.8 – Выделенные места несчастных случаев в таблице атрибутов


Обратите внимание, что при щелчке по строке со значением **Measure 63,2525** для маршрута **711081**, соответствующее событие не подсвечивается на карте. Это происходит потому, что это значение меры не было найдено. Значение поля **LOC_ERROR** для этой строки – **ROUTE MEASURE NOT FOUND** (Измерение маршрута не найдено).

В результате исследования этой проблемы выяснили, что измерение для этого несчастного случая должно быть **36,174199**. Необходимо устранить эту ошибку.

- Переведите карту в режим редактирования **Editor / Start editing** (Редактирование / Начать редактирование).
- В таблице атрибутов слоя **Accidents_Refmkr Events** найдите строку поля **Measure** (Размер), которая имеет неправильное значение – **63,2525** и измените значение на **36,174199**.

Сделав эту замену, обратите внимание, что на карте стала видна метка несчастного случая. Также обратите внимание на таблицу атрибутов: поле **LOC_ERROR** изменяется от значения **ROUTE MEASURE NOT FOUND** до **NO ERROR** (Нет ошибки).

- Закройте таблицу атрибутов **Accidents_Refmkr Events**.

- Снимите выделение с выбранного пространственного объекта с помощью кнопки **Clear Selected Features** (Снять выделение с объектов)  на панели инструментов **Tools** (Сервис).
- Отключите слой **nybasemap.sid**, для того чтобы увидеть метки несчастных случаев более подробно.
- Откройте окно **Properties** (Свойства) для слоя **Accidents_Refmkr Events** и перейдите на вкладку **Labels** (Надписи).
- Активизируйте опцию **Label Features in this Layer** (Маркировать пространственные объекты на этом слое).
- В выпадающем списке **Label Field** (Надписи полей) выберите **Type** (Тип).
- Нажмите кнопку **Symbol** (Символ) и выберите следующие характеристики шрифта: цвет – **Black**, size – **8 point**, font – **Arial**, начертание – **Bold**. Нажмите кнопку **OK** (рис. 11.9).
- В диалоговом окне **Layer Properties** (Свойства слоя) нажмите кнопку **Apply** (Применить). Переместите диалог **Layer Properties** (Свойства слоя) в сторону, чтобы видеть выбранный слой **Accidents_Refmkr Events**.

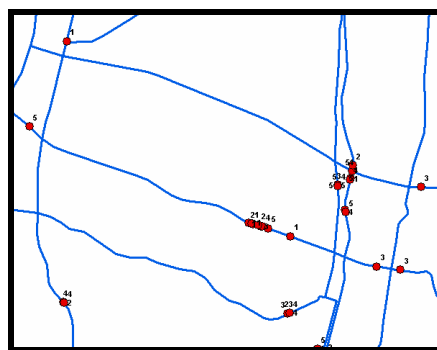


Рисунок 11.8 – Выделенные места несчастных случаев на карте

Маркеры в настоящее время помещены в заданную по умолчанию позицию. В течении процесса динамической сегментации, необходимо правильно разместить маркеры событий по маршруту. Для этого необходимо выполнить следующие действия.

- В диалоговом окне **Layer Properties** (Свойства слоев) для слоя **Accidents_Refmkr Events** на вкладке **Labels** (Надписи) нажмите на кнопку **Placement Properties** (Варианты размещения).
- В окне **Placement Properties** (Варианты размещения) активизируйте опцию **Place label at an angle specified by a field** (Место надписи в поле под указанным углом).

- Щелкните по кнопке **Rotation Field** (Разворот поля).
- В выпадающем списке **Rotate Labels by Angle in this field** (Вращать надпись под углом в этом поле) выберите команду **LOC_ANGLE**.
- В разделе **Rotation Style** (Стиль разворота) выберите опцию **Geographic** (Географический).
- Щелкните по кнопке **OK** во всех диалоговых окнах (рис. 11.9).

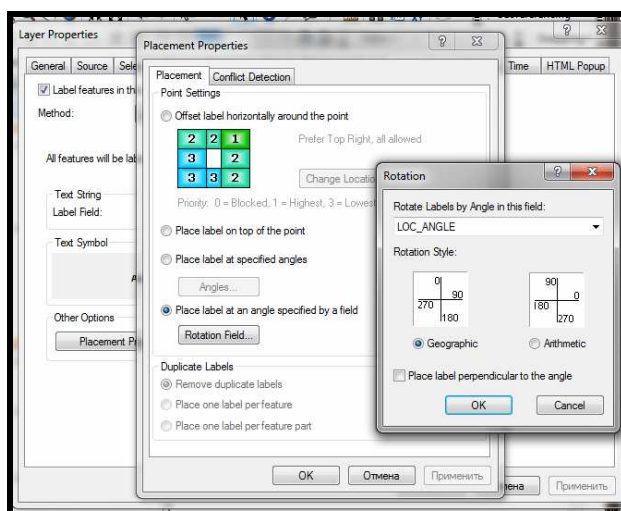


Рисунок 11.9 – Окно для размещения маркеров событий по маршруту

Закрыв все диалоговые окна Вы сможете увидеть надписи, развернутые под углом, соответствующим маршруту. Надписи расположились под углом, соответствующим полю **LOC_ANGLE** таблицы атрибутов слоя **Accidents_Refmkr Events** (оно было сгенерировано, когда вы создавали слой).

- Отключите надписи для несчастных случаев слоя **Accidents_Refmkr Events**. Для этого вызовите контекстное меню на слое и снимите флажок с опции **Label Feature** (Надписи) (рис. 11.10).

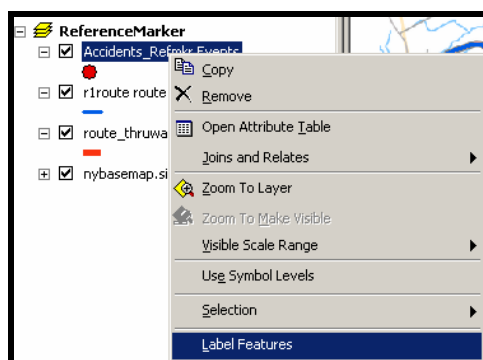


Рисунок 11.10 – Выключение надписей для слоя

- Выключите слой **Accidents_Refmkr Events**.
- Измените, размер окна графической зоны **ArcMap** таким образом, чтобы маршрут слоя **route_refmkr** был виден полностью.
- Остановите редактирование и сохраните все выполненные действия.
- Для того чтобы отобразить события в таблице **Pavement_Milept** необходимо выполнить следующее.
- На панели содержимого программы **ArcMap** вызвать контекстное меню на наборе данных **MilePoint** и выбрать команду **Activate** (Активизировать) (рис. 11.11).

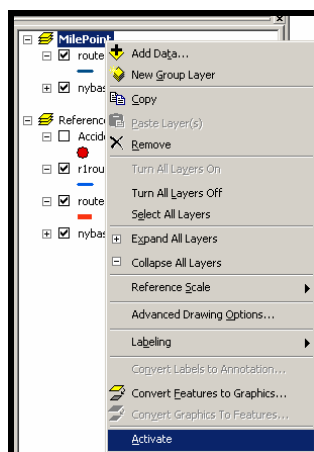


Рисунок 11.11 – Активизация набора данных

- На панели содержимого программы **ArcMap** вызываем контекстное меню на таблице **Pavement_Milept** и выбираем команду **Display Route Events** (Отобразить события маршрута).
- Выполните настройку окна **Display Route Events** (Отобразить события маршрута), так как это показано на рисунке 11.12.
- Примените изменения, нажав на кнопку **ОК**.
- Выключите слой **nybasemap.sid**.

Таблица атрибутов слоя **Pavement_Milept Events** содержит поле **Quality** (Качество). Значение **Quality** соответствует состоянию проложенных дорог в числах. Например, тротуар низкого качества – числа 4 и 5. Теперь вам необходимо отображать на карте с помощью символов состояние дорог для слоя **Pavement_Milept Events**, основываясь на поле **Quality** (Качество), для того чтобы различать качество дорог. Для этого необходимо выполнить следующее.

- Откройте диалоговое окно **Properties** (Свойства) для слоя **Pavement_Milept Events**.
- Перейдите на вкладку **Symbology** (Символы).

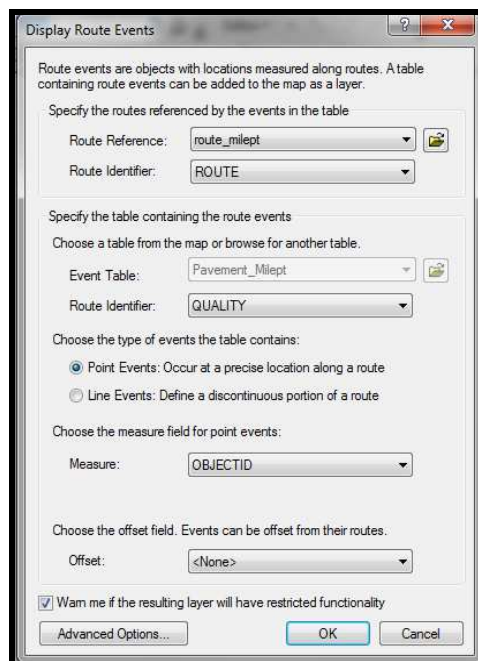


Рисунок 11.12 – Настройка окна Display Route Events

- В разделе свойств **Categories** (Категории), выберите подпункт **Unique values** (Уникальные значения).
- В выпадающем списке **Value Field** (Значения поля), выберите **Quality** (Качество) (рис. 11.13).
- Щелкните по кнопке **Add All Values** (Добавить все значения). Теперь вы видите, что качество дорог оценивается от **1** до **5**.
- Щелкните ЛКМ по названию поля **Symbol** (Символ) и выберите команду **Properties for All Symbols** (Свойства для всех символов).
- Измените размер символа на **2,3**.
- Щелкните по кнопке **OK** дважды для того чтобы закрыть все диалоговые окна.

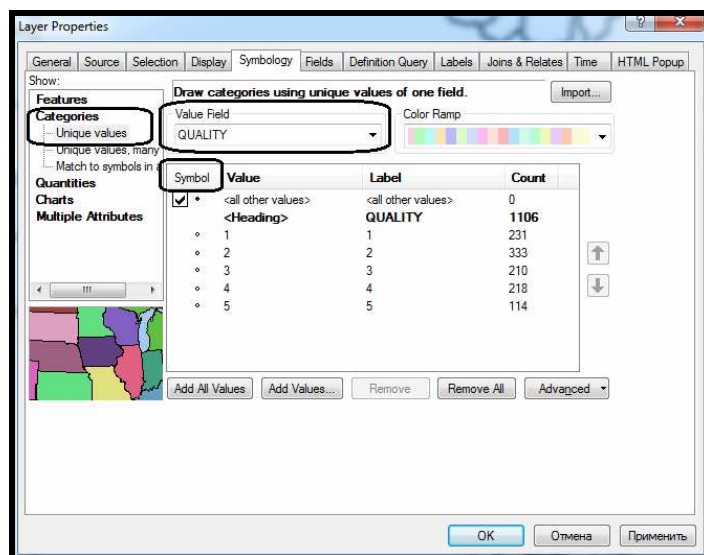


Рисунок 11.13 – Окно для выбора отображения качества дорог

Теперь появилась информация о тротуарах, собранная для большинства пространственных объектов маршрута.

Создание штриховки по сейсмической линии

В этой части лабораторной работы вы узнаете, как на вкладке **Hatches** (Штриховка) в диалоге **Layer Properties** (Свойства слоя), настроить основные штриховки и метки штриховки для слоя карты.


Откройте файл **Hatching.mxd**, который находится в папке **C:\...BLDg2\LinRef\Maps**.

Hatching.mxd – это карта, которая содержит слои персональной БГД Вайоминга: два слоя **hydro**, контуры возвышенностей, дороги, сейсмические линии (красного цвета). Все рассмотрено в картографической системе **PLSS**.

Сейсмические линии обычно используются для проведения нефтяных и газовых исследований. Сейсмические линии созданы ученым для отображения сейсмических событий (толчки) в мантии земли, которые регистрируются с помощью преобразователей и модулей регистрации.

- Раскройте ветвь для слоя **seismic_lines**.
- Вызовите контекстное меню на слое **seismic_lines** и выберите **Properties** (Свойства).
- Перейдите на вкладку **Hatches** (Штриховка).
- Поставьте флажок **Hatch features in this layer** (Свойства штриховки на слое) в верхнем левом углу окна.
- Щелкните по кнопке **OK**.

Теперь сейсмические линии на карте отмечены символами с определенным шагом. Ваша задача – научиться самостоятельно создавать символы штриховки и располагать их по маршруту с определенным шагом.

- Не сохраняйте ваши изменения. Создайте новый чистый документ карты.
- Затем, добавьте все данные из персональной БГД **Вайоминга (Wyoming.mdb)** к новому документу карты (...\\Student\\BLDG2\\LinRef).
- Активизируйте слой **seismic_lines**.
- Заливку слоя **plss** сделайте серым цветом, чтобы легко было различать другие слои, которые будут накладываться на этот слой.
- Заливку остальных слоев сделайте такой, какую считаете целесообразным, учитывая свою картографическую практику. Теперь необходимо применить штриховку к сейсмическим линиям на вашей карте. Для этого выполните следующее.
- Вызовите контекстное меню на слое **seismic_lines**, и выберите **Properties** (Свойства).
- Перейдите на вкладку **Hatches** (Штриховка).
- Активизируйте флажок **Hatch features in this layer** (Свойства штриховки на слое) в верхнем левом углу окна.
- Активизируйте флажок **Hatch Class** (Класс штриховки).
- Для **Hatch Class** (Класс штриховки), измените **Hatch Interval** (Интервал штриховки) на **10**. Именно через такой интервал расположены модули регистрации.
- Выберите описание класса штриховки **Hatch Def (1)**.
- Теперь вы работаете с описанием штриховки. Здесь можно символизировать и маркировать различные классы штриховки.
- Измените **Hatch Interval** (Интервал штриховки) класса штриховки **Hatch Def (1)** на **1**.
- Активизируйте опцию **Marker** (Маркер).
- Нажмите на кнопку **Symbol** (Символ) .
- В появившемся окне выберите символ **Circle 2**, выберите **Color** (Цвет) – желтый, **Size** (Размер) – **8**.
- Нажмите на кнопку **OK** (рис. 11.14).
- Нажмите на кнопку **Apply** (Применить). Переместите диалог **Layer Properties** (Свойства слоя) в сторону от карты, чтобы видеть штриховку.

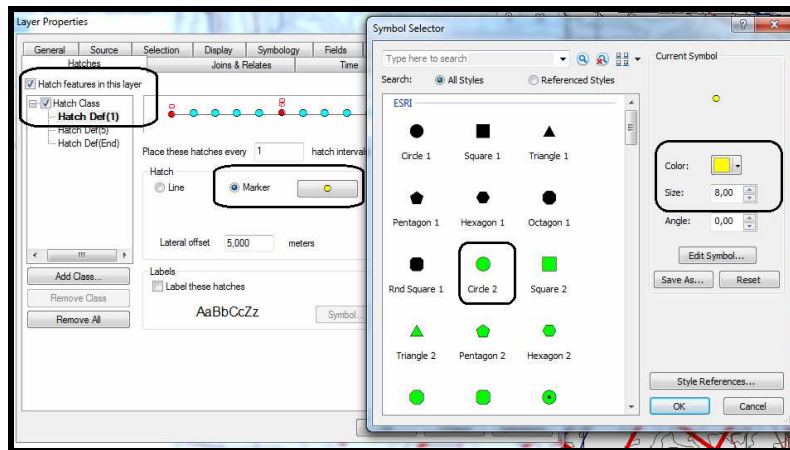



Рисунок 11.14 – Окно для настройки штриховки

- Щелкните правой кнопкой мыши по **Hatch Class** (Класс штриховки) и выберите **Add Hatch Definition** (Добавить описание штриховки) из контекстного меню. Новое **Hatch Definition** (Описание штриховки) добавляется и остается выделенным, так что вы можете установить его свойства.
- Измените **Hatch Interval** (Интервал штриховки) на **5**.
- Нажмите на кнопку **Apply** (Применить). Описание штриховки будет теперь называться **Hatch Def (5)**, это означает, что описание штриховки повторяется через каждые **5** штрихов.
- В разделе **Hatch** (Штриховка) выберите **Marker** (Маркер).
- Нажмите на кнопку **Symbol** (Символ) .
- В открывшемся окне выберите символ **Circle 2**, установите **Color** (Цвет) – темно-красный, **Size** (Размер) – **8**.
- Нажмите на кнопку **Apply** (Применить).
- Нажмите на кнопку **OK**.

Чтобы лучше передавать информацию о сейсмических движениях, указывают значения по этим сейсмическим линиям. Поэтому необходимо добавить некоторые метки к описанию штриховки (которая повторяется каждые 5 штрихов).

- Выберите описание штриховки **Hatch Def (5)**.
- В разделе **Labels** (Надписи) выберите опцию **Label these hatches** (Надписи для штриховки) (рис. 11.15).

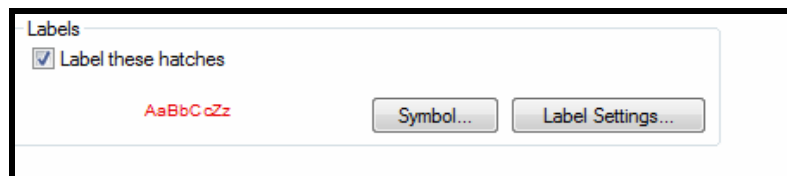



Рисунок 11.15 – Вывод меток для класса штриховки

- Нажмите кнопку **Symbol** (Символ) .
- В открывшемся окне выберите символ **Country 3**, измените **Color** (Цвет) на красный, **Size** (Размер) на **8**.
- Поскольку текст помещен на затененный фон, четкость меток можно увеличить, добавляя маску ореола вокруг каждой метки.
- В окне **Symbol Selector** (Выбор символа) нажмите на кнопку **Edit Symbol** (Редактировать символ).
- В появившемся окне **Editor** (Редактор) перейдите на вкладку **Mask** (Маска).
- В разделе **Style** (Стиль) активизируйте опцию **Halo** (Ореол).
- Уменьшите размер ореола – **Halo Size** до **1** (рис. 11.16).
- Дважды нажмите на кнопку **OK**.
- Нажмите на кнопку **Apply** (Применить).

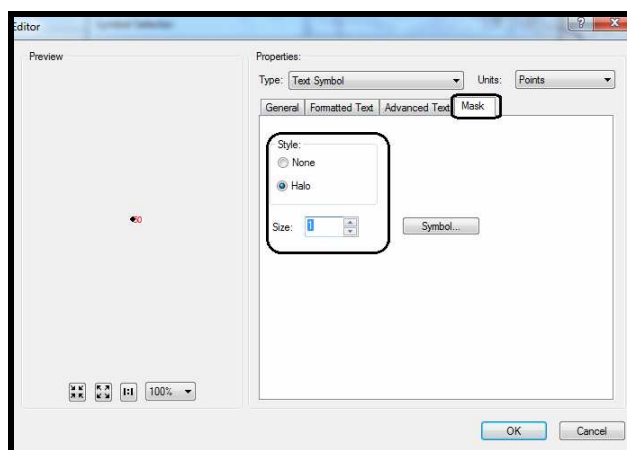


Рисунок 11.16 – Вид окна с настройкой маски ореола вокруг метки

Можно установить большое количество свойств, тем самым, сделав просмотр штриховок более удобным. Обратите внимание на то, что сейсмические пункты замеров движения земной коры на некоторых линиях находятся ближе друг к другу, чем на других сейсмических линиях (рис. 11.17). Чтобы исправить это несоответствие, необходимо определить интервал штриховки.

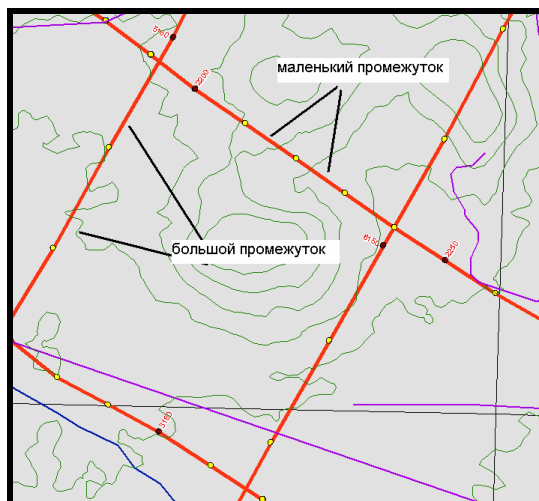



Рисунок 11.17 – Несоответствия в нанесенной штриховке

Интервал штриховки всегда определяется в тех же модулях, что и метки маршрута. Размер интервала на рисунке приведенном выше установлен на **10**. В таблице атрибутов для сейсмических линий это поле **POST_INT**, которое имеет два значения, **5** и **10**. Вы будете использовать это поле и значения в нем, как интервал для **Hatch Class** (Класса штриховки).

- Откройте окно **Layer Properties** (Свойства слоя) для слоя **seismic_lines**, перейдите на вкладку **Hatch** (Штриховка).
- В разделе **Hatch Interval** (Интервал штриховки) выберите опцию **Hatch interval using this field** (Интервал штриховки с использованием поля).
- В выпадающем списке выберите **POST_INT**.
- Нажмите на кнопку **Apply** (Применить). Обратите внимание, что несоответствие в размещении штриховок значительно меньше. Также метки штриховки расположены очень близко к засечкам, и они почти перекрываются. Это значительно снижает читаемость карты. Это необходимо устранить. Для этого выполните следующее.
- Выберите описание штриховки **Hatch Def (1)**, в разделе **Hatch** (Штриховка) измените **Lateral offset** (Боковое смещение) на **5** метров.
- Сделать то же самое для **Hatch Def (5)**.

Теперь вам необходимо создать и настроить последнюю штриховку – **End Hatch**.

- Вызовите контекстное меню на **Hatch Class** (Класс штриховки), в выпадающем списке выберите **Add End Hatch Definition** (Добавить конечное определение штриховки).

- В окне **End hatch tolerance** (Конечный допуск), наберите **3**. Этот допуск будет гарантировать, что никакие другие штриховки не попадут в предел указанного расстояния последней штриховки.
- В разделе **Hatch** (Штриховка), выберите **Marker** (Маркер).
- Нажмите на кнопку **Symbol** (Символ) .
- В открывшемся окне выберите символ **Circle 2**, установите **Color** (Цвет) – темно-красный, **Size** (Размер) – **8**. Нажмите на кнопку **OK**.
- В окне **Layer Properties** (Свойства слоя) в разделе **Lateral offset** (Боковое смещение) введите **5** метров.
- Нажмите на кнопку **OK**.

Эту штриховку можно сохранять как отдельный слой, поэтому при решении подобных задач не придется каждый раз обновлять штриховки, когда будете работать с подобным маршрутом. Для этого выполните следующие действия.

- Вызовите контекстное меню на слое **seismic_lines**.
- Выберите команду **Save as Layer File** (Сохранить слой в файл) в контекстном меню.
- Сохраните файл слоя в папке **LinRef**, оставив название файла, предложенное по умолчанию.
- Вызовите контекстное меню на слое **seismic_lines** и выберите **Properties** (Свойства).
- Перейдите на вкладку **Hatches** (Штриховка).
- Нажмите кнопку **Remove All** (Удалить все).
- Нажмите кнопку **Apply** (Применить). Это удалит созданную штриховку.
- Нажмите кнопку **Import** (Импорт) и перейдите к папке **LinRef**, где вы сохранили файл слоя штриховки (*.lyr) (рис. 11.18).

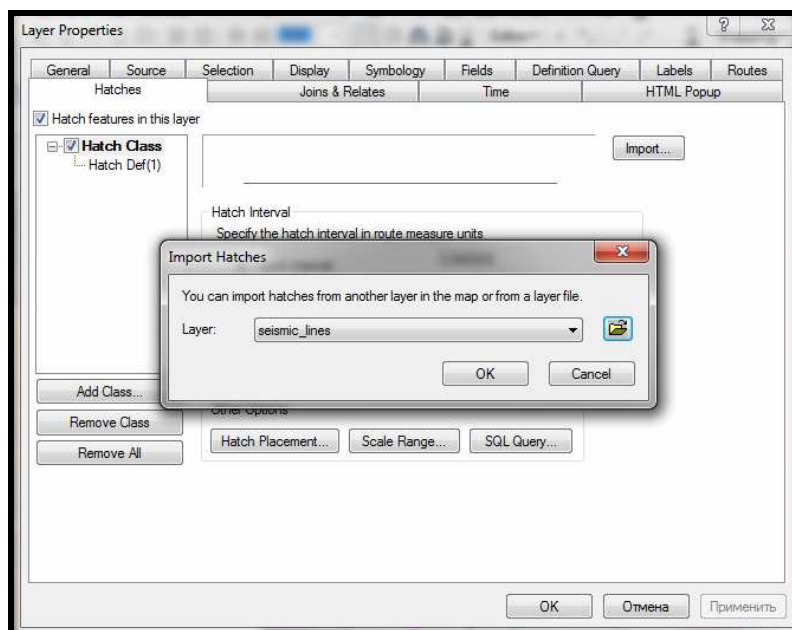


Рисунок 11.8 – Вид окна импорта слоя штриховки

- Нажмите кнопку **ОК** дважды. Символика штриховки вновь появится на карте. То есть вы импортировали слой с такими же настройками штриховки.
- Сохраните ваш документ карты как **MyHatch.mxd** в папке **Maps** и выйдите из программы **ArcMap**.

Задания для самостоятельного выполнения

- 1 Найти на карте дорогу с номером 516131. Отобразить на этом маршруте места несчастных случаев. Маркеры и надписи оформить по своему усмотрению.
- 2 Создать новый класс штриховки с маркерами через 10 интервалов. Внешний вид маркера должен отличаться от уже созданных. Сместить маркер в сторону от сейсмической линии.

Оформление отчета по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе должен быть выполнен на ПК и распечатан на листах формата А4. Отчет по лабораторной работе должен содержать (смотри лабораторную работу № 1). К отчету необходимо добавить файл, с выполненной работой при помощи программного продукта ArcMap.

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ. СОЗДАНИЕ ГЕОПРАСТРАНСТВЕННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ И ТОПОЛОГИИ

Эффективность функционирования современных муниципальных систем целиком зависит от степени развития их информационных инфраструктур. Практически все данные в таких системах связаны с информацией о реальном местоположении тех или иных объектов на земной поверхности, картами и схемами. И вся эта информация, особенно пространственная, должна храниться в базе геоданных.

База геоданных представляет собой базу данных, предназначенную для хранения и управления географической информацией и пространственными данными. Такого рода базы геоданных также называют пространственными базами данных.

Пространственно-распределенную информацию, с которой имеет дело ГИС, можно разделить на три большие группы: семантическую, метрическую и топологическую. Цифровой моделью местности, на основе которой строятся геоинформационные системы, называется структурированная совокупность семантической, метрической и топологической информации об определенной территории, представленной в форме, пригодной для автоматизированной компьютерной обработки.

В данном разделе рассматривается выполнение индивидуального научно-исследовательского задания (ИНИЗ) студента. Представлены варианты заданий и описаны основные требования к создаваемым проектам.

Индивидуальное научно-исследовательское задание имеет своей целью:

- систематизацию, закрепление, расширение теоретических и практических знаний, умений по созданию геопространственных баз данных с помощью программных продуктов ArcMap и ArcCatalog от компании ESRI;
- использование приобретенных знаний и умений при реализации конкретных геоинформационных проектов;
- приобретение компетентности при создании цифровых карт и связыванию с ними атрибутивных данных при решении задач в профессиональной деятельности;
- развитие навыков самостоятельной организации работы во время выполнении ИНИЗ.

Актуальность данного вида работы обусловлена распространенностью проблем эффективной работы с информацией при организации и повседневной работе с геодезической, картографической информацией и работ, связанных с землеустройством.

ИНИЗ задание является важной частью учебного модуля дисциплины и выполняется студентами самостоятельно под руководством преподавателей, которые ведут лабораторные работы по дисциплине.

Индивидуальное научно-исследовательское задание является комплексным и заключается в создании проекта, который охватывает широкий круг прикладных задач, соответствующих реальным ситуациям и способствует изучению подходов и методов при создании баз геоданных.

Основной **целью** ИНИЗ является формирование у студентов основ профессионального подхода к решению информационных задач в будущей профессиональной деятельности: освоить методику построения баз геоданных, виды баз геоданных (БГД), элементы БГД, типы данных и связи между ними. Также сгенерировать данные из ортотрансформированного снимка в базу геоданных.

Аналитическая часть задания заключается в выборе атрибутивной информации, закреплённой за оцифровываемыми объектами.

Исследовательская часть работы заключается в том, что студенты должны самостоятельно найти необходимую дополнительную информацию о растровой подложке, определить координаты реперных точек, а также должны самостоятельно определить круг вспомогательных задач, связанных с реализацией конкретного проекта.

Проектная часть ИНИЗ предусматривает непосредственную работу в ArcCatalog и ArcMap и создание необходимых элементов будущей базы геоданных, оцифровка растровой подложки и проверка корректности с помощью созданной топологии.

Общие требования к оформлению

Индивидуальное научно-исследовательское задание должно представлять собой отчет на листах формата А4 книжной ориентации, оформленный на персональном компьютере и распечатанный. Отчет по индивидуальному заданию должен содержать:

- Титульный лист.
- Постановку задачи, в соответствии с номером в журнале группы.

- Пошагово отображенный ход разработки базы геоданных, создания цифровой карты, закрепления за объектами карты атрибутивной информации и проверки корректности оцифровки.
- Ответы на контрольные вопросы.
- Файл базы геоданных с необходимыми информационными слоями.

Каждый студент оформляет отчет, распечатывает его и защищает. Результаты работы и защиты оцениваются по шкале, приведенной в таблице 12.1.


Таблица 12.1 – Шкала оценивания ИНИЗ

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка ECTS	Оценка по национальной шкале	
		для экзамена, курсового проекта, ИНИЗ	для зачета
90 – 100	A	отлично	зачтено
82 – 89	B	хорошо	
74 – 81	C		
64 – 73	D	удовлетворительно	
60 – 63	E		
35 – 59	FX	неудовлетворительно с возможностью повторной пересдачи	не зачтено с возможностью повторной пересдачи
0 – 34	F	неудовлетворительно с обязательным повторным изучением дисциплины	не зачтено с обязательным повторным изучением дисциплины


Варианты заданий

Согласно своего варианта по студенческому журналу разработать проект геопространственной базы данных с помощью программных продуктов ArcMap и ArcCatalog .

Необходимо построить базу геоданных файлового типа (**File geodatabase**), которая содержит в себе:

Набор пространственных данных (Feature Dataset ) , под названием *Town_№_{варианта}* с параметрами:

- С системой координат (**projected coordinate system**).
- С точностью: XY = 0.001, Z = 0.001, M = 0.001 – параметры по умолчанию.

Растровый набор данных (Raster dataset ). У каждого студента индивидуальный растр, согласно номеру по студенческому журналу.

Пространственные объекты (Feature Class ):

- **Buildings** – здания и сооружения (см. табл. 12.2).

Таблица 12.2 – Перечень полей с типами данных для класса объектов «здания и сооружения»

Name			Buildings	
Alias			Buildings	
Feature type			Polygon	
Configuration keyword			Max file size 4 GB	
Field name	Alias	Type	Length	Allow null value
OBJECTID*	Object id	OID	4	No
SHAPE*	shape	geometry	0	yes
Building_NO	Building No	Short integer	4	yes
Address_R	Address Rus.	Text	50	yes
Address_E	Address Eng.	Text	50	yes
NO_of_floors	No of floors	Short integer	4	yes
Feature_code	Building feature type	Text	50	yes

* эти поля присутствуют по умолчанию.

- **Hydrograph** – гидрография (см. табл. 12.3).

Таблица 12.3 – Перечень полей с типами данных для класса объектов «гидрография»

Name			Hydrograph	
Alias			Hydrograph	
Feature type			Polygon	
Configuration keyword			Default	
Field name	Alias	Type	Length	Allow null value
OBJECTID*	Object id	OID	4	No
SHAPE*	shape	geometry	0	yes
Feature_code	feature type	Text	50	yes

* эти поля присутствуют по умолчанию.

- **Ground control points** – опорные точки (см. табл. 12.4).

Таблица 12.4 – Перечень полей с типами данных для класса объектов «опорные точки»

Name			Ground_Control_points	
Alias			GCP	
Feature type			Point	
Configuration keyword			Default	
Field name	Alias	Type	Length	Allow null value
OBJECTID*	Object id	OID	4	No
SHAPE*	shape	geometry	0	yes
Feature_code	GCP type code	Text	50	No
Latitude_deg	Lat/degree	Short integer	2	yes
Latitude_min	Lat/minute	Short integer	2	yes
Latitude_sec	Lat/second	Double	8	yes
Longitude_deg	Lon/degree	Short integer	2	yes
Longitude_min	Lon/min	Short integer	2	yes
Longitude_sec	Lon/second	Double	8	yes
UTM_zone	UTM zone	Text	20	yes

* эти поля присутствуют по умолчанию.

Установить несколько опорных точек для привязки растра к координатам местности на отдельном слое.

- **Land cover** – тип угодий (см. табл. 12.5).

Таблица 12.5 – Перечень полей с типами данных для класса объектов «тип угодий»

Name			LAND_COVER	
Alias			Land cover	
Feature type			Polygon	
Configuration keyword			Default	
Field name	Alias	Type	Length	Allow null value
OBJECTID*	Object id	OID	4	No
SHAPE*	shape	geometry	0	yes
Feature_code	Land cover type	Text	50	yes

* эти поля присутствуют по умолчанию.

- **Blocks** – квартал (см. табл. 12.6).

Таблица 12.6 – Перечень полей с типами данных для класса объектов «квартал»

Name			BLOCKS	
Alias			blocks	
Feature type			Polygon	
Configuration keyword			Default	
Field name	Alias	Type	Length	Allow null value
OBJECTID*	Object id	OID	4	No
SHAPE*	shape	geometry	0	yes

* эти поля присутствуют по умолчанию.


- **Street center line** – центральная линия дороги (см. табл. 12.7).

Таблица 12.7 – Перечень полей с типами данных для класса объектов «дороги»

Name			STREET_centerline	
Alias			Street centerline	
Feature type			Line	
Configuration keyword			Default	
Field name	Alias	Type	Length	Allow null value
OBJECTID*	Object id	OID	4	No
SHAPE*	shape	geometry	0	yes
Feature_code	Street Type	Text	50	yes
Street_name_r	Street name in Rus	Text	30	yes
Street_name_e	Street name in Eng	Text	30	yes

* эти поля присутствуют по умолчанию.

Выполнить подстановку доменов (**Domains**) для подтипов объекта (Subtypes), которые отображаются у вас на снимке в соответствие с их идентификаторами. Воспользуйтесь для этого справочной литературой «Классификатор информации, которая отображается на топографических картах».

Создайте топологию (**Topology**)  для проверки целостности данных и геометрических отношений между объектами. Все пространственные объекты, кроме точечных (**control points**) должны подчиняться правилам топологии. Название слоя топологии: *Town_№варианта* **Topology_№**.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое база геоданных?
- 2 Какие преимущества баз геоданных?
- 3 Какие типы данных существует?
- 4 Виды или классы данных в ESRI базе геоданных?
- 5 Какие виды связей существуют между атрибутами данных?
- 6 Какие виды ESRI баз геоданных вы знаете?
- 7 Основные характеристики ESRI баз геоданных?
- 8 Что такое Топология (**Topology**). Для чего ее используют? Как она помогает при создании БГД? Привести примеры.
- 9 Перечислить этапы проектирования баз геоданных.
- 10 Что такое инженерная геометрическая сеть (**Geometric network**)? Для чего ее применяют? Привести примеры.
- 11 Чем отличается растровый набор данных (**Raster dataset**) от растрового каталога (**Raster catalogue**)?
- 12 Что называется цифровой моделью местности, на основе которой строятся геоинформационные системы?
- 13 Что такое Подтипы (**Subtypes**)?
- 14 Методы создания БГД в ArcCatalog?
- 15 Как создать набор данных (**Feature dataset**) и как установить проекцию для этого набора данных?

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

Основные

1 Толстохатко В. А. Базы данных: проектирования та використання для обліку нерухомого майна: навч. посіб. / В. А. Толстохатко, Е. Е. Поморцева, І. М. Патракеєв. – Харків : ХНУМГ, 2014. – 176 с.

2 Гурвиц Г. А. Microsoft Access 2010. Разработка приложений на реальном примере / Г. А. Гурвиц. – Киев. : ВHV, 2010. – 496 с.

3 Шекхар Ш. Основы пространственных баз данных / Ш. Шекхар, С. Чаула. – Москва : Кудиц-Образ, 2004. – 336 с.

Дополнительные

4 Джеффри Д. Ульман Введение в системы баз данных / Д. Ульман Джеффри, Уидом Дженнифер. – Москва. : Лори, 2000. – 376 с.

5 Форт С. Программирование в среде Access 2000. Энциклопедия пользователя / С. Форт, Т. Хоуи, Дж. Релстон. – Киев : Диа Софт, 2000. – 544 с.

Ресурсы сети Internet

6 Сайт додатків Office корпорації Microsoft [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://office.microsoft.com/ru-ru/access-help/> – Загол. з екрану.

7 Сайт «AccessSoft» по розробці баз даних за допомогою Access [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.accessoft.ru/index.html> – Загол. з екрану.

8 Сайт «Геоинформационные системы для бизнеса и общества». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://resources.arcgis.com/ru/help> – Загол. з екрану.

9 Сайт «ArcGIS resource» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.dataplus.ru/index.php> – Загол. з екрану.

10 Сайт «Высокие технологии» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.citymap.odessa.ua> – Загол. з екрану.

Навчальне видання

ПОМОРЦЕВА Олена Євгенівна

**«ПРОЕКТУВАННЯ БАЗ ГЕОДАНИХ.
ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ»**

(Рос. мовою)

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

Відповідальний за випуск *О. Є. Поморцева*

За авторською редакцією

Комп'ютерний набір *О. Є. Поморцева*

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

Дизайн обкладинки *Д. С. Мухіна*

Підп. до друку 01.03.2016 р.

Друк на ризографі

Тираж 50 пр.

Формат 60x84/16

Ум. друк. арк. 9,3

Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4705 от 28.03.2014 г.